DIE

EINFLÜSSE DER VAGUSLÄHMUNG

AUF DIE

LUNGEN- UND DIE HAUTAUSDÜNSTUNG.

DIE EINFLÜSSE

DER

VAGUSLÄHMUNG

AUF DIE

LUNGEN- UND DIE HAUTAUSDÜNSTUNG.

VON

G. VALENTIN,

PROFESSOR IN BERN.

MIT 3 DIE GEBRAUCHTEN VORRICHTUNGEN ERLÄUTERNDEN HOLZSTICHEN UND DER DARSTELLUNG VON 16 ATHMUNGSCURVEN.

FRANKFURT a. M.

VERLAG VON MEIDINGER SOHN & COMP.

1857.

PARIS.
VICTOR MASSON.
Place de l'Ecole de Médecine.

LONDON.
WILLIAMS & NORGATE.
14 Henrietta Str. Covent-Garden.

Vorwort.

Das Schriftchen, welches ich dem physiologischen und ärztlichen Publikum vorlege, beschäftigt sich mit der möglichst vollständigen Untersuchung der Einflüsse, welche die Trennung eines oder beider herumschweifenden Nerven, eines oder der zwei unteren Kehlkopfnerven auf die Mechanik der Athmung und die Chemie der Perspiration ausübt. Die Beständigkeit der Ergebnisse dürfte eine Bürgschaft für die Richtigkeit derselben liefern. Ich habe eine Reihe hierher gehörender Athmungscurven in dem letzten Paragraphen hinzugefügt, um die früher erläuterten, die Athmungsmechanik betreffenden Hauptsätze anschaulicher zu machen und so ein wesentliches Bestimmungsglied der chemischen Veränderungen klarer darzustellen. Die einleitenden Bemerkungen werden zeigen, dass ich den Werth dieser Aufzeichnungen nicht überschätze.

Ich hätte leicht den Umfang dieser Arbeit durch Anwendungen auf die Krankheitslehre beträchtlich vergrössern können. Da aber jeder wissenschaftliche Arzt die Aehnlichkeit mit dem, was er nicht selten am Krankenbette sieht, bald herausfinden und die Schlussfolgerungen nach seiner Ueberzeugung machen kann, so wollte ich nicht der fremden subjectiven Verwerthung der hier mitgetheilten Thatsachen durch die meinige vorgreifen.

Bern, im Juli 1856.

G. VALENTIN.

Inhaltsverzeichniss.

Seite.

§ 1. Versuchsverfahren 1
§ 2. Darstellung der einzelnen Versuche 15
§ 3. Uebersicht der Hauptwerthe 77
§ 4. Normalzustand der Thiere 78
§ 5. Trennung der beiden herumschweifenden Nerven 94
§ 6. Anlegung der Halswunde 126
§ 7. Durchschneidung des Halsstammes des herumschweifenden Nerven an einer Seite 129
§ 8. Trennung der unteren Kehlkopfäste der herumschweifenden Nerven . 136
§ 9. Das mittlere Thier vor und nach der Nervendurchschneidung . . 143
§ 10. Die Athmungscurven vor und nach der Nervenverletzung . . . 148

§. 1. Versuchsverfahren.

Die Fig. 1 in $^1/_{10}$ ihrer natürlichen Grösse abgebildete Vor-
htung nahm im Ganzen einen Raum von 65,392 Liter ein. Sie bestand aus einem äusseren viereckigen Kasten, *a* Fig. 1, dessen drei blecherne Seitenwände von einer vorn wasserdicht eingekitteten Glasplatte, *b*, vervollständigt wurden. Er hatte überdiess einen doppelten Boden, *c*, dessen untere Wand ununterbrochen, dessen obere, *c*, dagegen mit Löchern durchbohrt war, soweit sie nicht dem Athmungsbehälter angehörte.

Fig. 1.

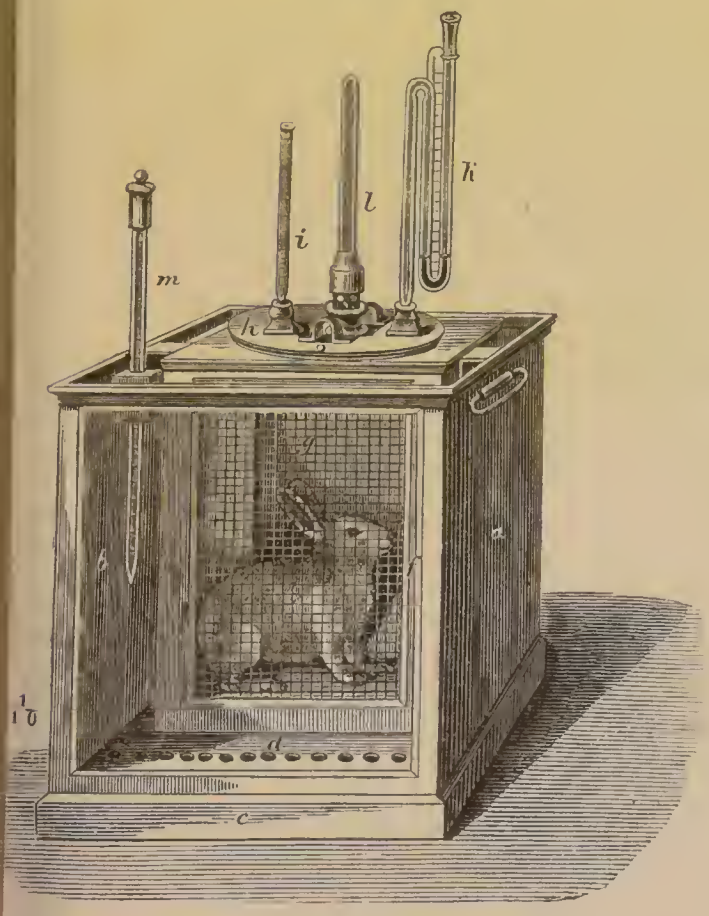
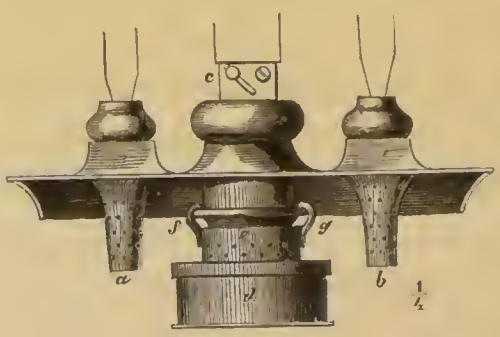


Fig. 1. Athmungsbehälter. — *a* Aeusserer, zur Aufnahme des umgeden Wassers bestimmter Kasten. *b* Dessen vordere Glaswand. *c* Der doppelte

Das Ganze enthielt einen zweiten viereckigen Kasten, den Athmungsbehälter, *ef*, eingelöthet. Drei Seitenwände desselben und der Boden bestanden aus Eisenblech, die vierte dagegen aus einer luftdicht eingekitteten Glasplatte, die ein Drahtgitter, *g*, vor den Unbilden der eingesetzten Thiere schützte. Man konnte auf diese Weise Alles, was die Kaninchen während der Versuchszeit machten, verfolgen und die Zahl ihrer Athemzüge bestimmen.

Der Durchmesser der kreisrunden oberen Ausgangsöffnung des Athmungsbehälters glich 22,0 Centimeter. Ein mit einem vorspringenden Rande versehener Deckel von Eisenblech, *h*, schloss die Mündung so genau als möglich, wenn man ihn einer bestimmten, auch in Fig. 1 kenntlichen knopfförmigen Marke entsprechend eingesetzt hatte. Er führte drei Oeffnungen, eine für den Thermometer, *i*, eine zweite für den Manometer, *k*, und eine dritte für die bald zu erwähnende Quecksilberröhre, *l*. Hohle Cylinder, *a* u. *b* Fig. 2, deren Wände mit zahlreichen Oeffnungen versehen waren, ragten 5 Centimeter weit von der Unterfläche des Deckels in den Athmungsraum hinein, um die untersten Abtheilungen des Thermometers und des Manometers vor Unfällen zu sichern.

Fig. 2.



Die Röhre *l* Fig. 1, welche die mittlere Oeffnung des Deckels führte

---

Boden. *d*. Die durchlöcherte obere Wand. *ef* Der Athmungsbehälter. *g* Dessen vordere, durch ein Drahtgitter geschützte Glaswand. *h* Der Deckel. Man sieht den Halter desselben und das Zeichen, welches einem ähnlichen, der oberen Wand des Athmungsbehälters entspricht, damit der Deckel passend eingesetzt werden und der Schluss schon vor der Verkittung desselben ziemlich vollständig sei. *i* Thermometer zur Bestimmung der Luftwärme in dem Athmungsbehälter. *k* Manometer. *l* Mit Quecksilber gefüllte Röhre zum Abzuge der für die eudiometrische Analyse bestimmten Gasprobe. *m*. Thermometer zur Ermittelung der Wärme des umgebenden Wassers.

Fig. 2. Nebenapparate der Unterseite des Deckels. *a* Schutzröhre für den Thermometer, *b* für den Manometer. *c* Mit Hähnen versehenes Eisenstück der Abzugsröhre. *de* Behälter zur Aufnahme des Quecksilbers. *fg* Bajonnettschlösser zur Befestigung desselben.

hatte die Bestimmung, die zur eudiometrischen Analyse nöthige Luftmenge am Ende des Versuchs aufzunehmen. Ein cylindrisches, oben zugeschmolzenes Glasrohr war in einem Eisenstück, das zwei luftdicht schliessende Hähne enthielt (Siehe Grundriss der Physiologie. Vierte Auflage. S. 523. Fig. 371 *g* bis *o*), eingekittet. Die Röhre wurde mit Quecksilber vollständig gefüllt. Hatte man die Hähne *c* Fig. 2 geschlossen, so kittete man das Eisenstück in den Deckel luftdicht ein. Ein Behälter von Eisenblech, *de* Fig. 2, konnte unter der mittleren Deckelöffnung mit einem Bajonnettschlosse *fg* befestigt werden. Er bestand aus einem unteren weiteren Theile, *a*, der zur späteren Aufnahme des Quecksilbers diente, und einem oberen engeren Cylinderstücke, *e*, das eine Menge von Oeffnungen zur Unterhaltung der freien Luftcirculation besass. Wollte man den Versuch beendigen, so öffnete man die Hähne des Eisenstückes der Abzugsröhre. Das Quecksilber lief in den darunter befindlichen Eisenbehälter, während dafür Luft des Athmungsraumes emporstieg. Man schloss hierauf die Hähne und führte die Luft der Abzugsröhre nach dem mit Quecksilber gefüllten Eudiometer zur näheren Untersuchung über. Diese Umfüllung geschah auf die gleiche Weise, wie ich es an dem angeführten Orte meines Grundrisses beschrieben. Arbeitet man nur mit einiger Sorgfalt, so mischte sich auch keine Spur von Atmosphäre mit dem zu prüfenden Gase.

Der äussere, den Athmungsraum umgebende Behälter wurde mit Wasser gefüllt. Die Glaswand desselben hatte eine Marke, bis zu der die Flüssigkeit jedesmal eingegossen wurde, in möglichster Nähe ihres oberen Randes. Die Menge des Wassers, welche die vier Seitenwände und den Boden des Athmungsbehälters umgab, betrug dann der Berechnung nach 32696,3 C. C. Die Verdunstungsfläche desselben gleich 702 Quadratcentimeter. Der, wie gewöhnlich, geschlossene Athmungsbehälter, dessen Deckel einen bis 10° mit Quecksilber gefüllten Manometer von 6 Mm. Lumendurchmesser trug, umfasste einen Raum von 8098,5 C. C. Dieser Grundwerth gilt für die erste und die zweite Beobachtungsreihe der später aufzuführenden Untersuchungen. Ich vertauschte in der Folge den Manometer mit einem anderen

grösseren und weiteren, dessen Durchmesser im Lichten 13 Mm. betrug. Es kamen hierdurch 43,9 C. C. Gasraum hinzu, wenn das Quecksilber wieder wie gewöhnlich, bis 10 Mm. reichte. Die Capacität des Athmungsbehälters glich daher ursprünglich 2842,4 C. in der dritten und der vierten Versuchsreihe.

Während ein Thermometer in den Athmungsraum auf die schon erwähnte Weise hineinragte, tauchte ein zweiter, *m* Fig. 1, ungefähr bis zur Mitte der Höhe des umgebenden Wassers. Ein dritter gab die Zimmerluft in der unmittelbaren Nähe des Apparates an. Ich habe alle diese Thermometer und den, welcher zu den in einem anderen Zimmer vorgenommenen Luftanalysen diente, mit einem grossen Thermometer von Fastré, das von — 10° bis + 110° in fünftel Grade getheilt war, verglichen. Mein Tagebuch enthält die Verzeichnisse der Temperaturschwankungen der Zimmerluft, des umgebenden Wassers und der Luft im Athmungsbehälter. Ich habe diese Werthe nicht nur wie sie am Anfange und am Ende eines jeden Versuches bestanden sondern auch wie sie sich im Verlaufe desselben gestalteten, aufgezeichnet. Ich liess hier die Zahlen der Kürze wegen hinweg. Sie stehen aber jedem Forscher, der sie zu Berechnungen über die Verhältnisse der thierischen Wärme benutzen will, gern zu Diensten.

Die mittlere, für die Abzugsröhre und deren Eisenstück bestimmte Deckelöffnung wurde in den Zwischenzeiten der Versuche meistentheils geschlossen gehalten. Der Athmungsbehälter enthielt dann ein Wassergefäss und man spritzte vorher noch einige Wassertropfen an die Innenfläche der Glasscheibe desselben. Das Ganze blieb geschlossen stehen, damit es eine mit Wasserdampf gesättigte Atmosphäre am Beginne des Versuches enthielte. Sollte die Untersuchung anfangen so kittete man das Eisenstück der mit Quecksilber vollständig gefüllten Abzugsröhre ein und wartete bis sich die durch die Annäherung des Beobachters bisweilen entstandene Wärmeerhöhung ausgeglichen hatte. Ein Gehilfe wog indessen das Kaninchen und bemerkte die Zeit, wann der Waagebalken einstand. Man hob hierauf den Deckel rasch ab, entfernte das Wassergefäss, setzte das Thier ein und verkittete mit dem aus Bleiweiss, Mennige, Terpenthin und Leinöl bestehenden Kitt, der sich

zu allen solchen Versuchen vortrefflich eignet. Die ganze Verkittung nahm nicht mehr als eine Minute in Anspruch.

Die Stände der Thermometer und des Manometers wurden unmittelbar vor dem Abheben des Deckels aufgezeichnet. Ich schrieb später die Veränderungen so oft als möglich auf. Wollte man den Versuch schliessen, so wurden jene Werthe von Neuem bemerkt und die Hähne des Eisenstückes der Abzugsröhre geöffnet. Das Ablaufen des Quecksilbers dauerte $^1/_2$ bis 1 Minute. Man nahm den letzten Moment des Ablaufens als das Ende der Beobachtung an. Das Thier wurde später von Neuem gewogen. Ich untersuchte hierauf noch in der Regel die Wärme des Mastdarmes mit einem kleinen Thermometer, wie es in meinem Grundrisse S. 464 Fig. 301 beschrieben und abgebildet worden.

Das in die Eudiometerröhre übergefüllte Gas wurde nach der Ausgleichung der Temperatur gemessen und mit einer in einem Kronleuchter befindlichen Kalikeule (Grundriss S. 232) 24 Stunden lang behandelt. Man füllte eine nöthige Menge von Knallgas zu dem getrockneten und seiner Kohlensäure beraubten Luftvolumen und verpuffte, zunächst, um nachzusehen, ob erhebliche Mengen von Wasserstoff, Kohlenoxyd oder einfachem oder doppeltem Kohlenwasserstoff vorhanden waren. Das feuchte Gas wurde bisweilen von Neuem mit Kali behandelt. Man setzte in dem letzteren Falle trockenen, sonst dagegen feuchten Wasserstoff hinzu, fügte immer der Sicherheit wegen eine geringere Menge von Knallgas bei und verpuffte zum zweiten Male, um den Sauerstoffgehalt der Endluft kennen zu lernen.

Unmittelbare Bestimmungen belehrten mich, dass die beiden Kaninchen, welche zur zweiten und dritten Beobachtungsreihe dienten, eine Eigenschwere hatten, die eher etwas unter der des Wassers zu liegen schien, sie aber sicher nicht um eine bedeutende Menge überraf. Ich habe daher das specifische Gewicht der Einfachheit wegen = 1 angenommen. Wog z. B. das Kaninchen des zweiten Versuches 1773,2 Grm., so stand ihm ein Luftraum von 28098,5 — 1773,2 = 26325,3 C. C. zu Gebote. Der auf 0° C. zurückgeführte Barometerstand gleich 711,50 Mm. und die Wärme 21°,2 C. Da diese Anfangsluft mit Wasserdampf gesättigt war, so findet man 22266,1 C. C.

für das auf 760 Mm. Barometer, 0° C. und den trockenen Zustand zurückgeführte Normalvolumen. Der Manometer führte zu einem absoluten negativen Druckunterschiede von 1,00 Mm. am Ende des Versuches. Man musste daher 710,50 Mm. als Barometerstand zum Grunde legen. Da die Endtemperatur 21°,3 C. glich, so erhielt man 22214,2 als Endvolumen. Die Luftmasse hatte daher um 51,9 C. C. Normalvolumen oder 0,23 % im Laufe der 61 Minuten dauernden Versuchszeit durch die Lungen- und Hautausdünstung des Thieres abgenommen.

Die hiesige Atmosphäre führt im Durchnitte 0,05 % Kohlensäure, 20,96 % Sauerstoff und 78,99 % Stickstoff. Man kann hiernach die Zusammensetzung der 22266,1 C. C. Normalvolumen Anfangsluft berechnen. Da die Gasanalyse die procentige Zusammensetzung der Endluft anzeigt, so lassen sich hiernach die Mengen von Kohlensäure, Sauerstoff und Stickstoff der 22214,2 C. C. Normalvolumens Endluft ermitteln. Der Unterschied beider Bestimmungen lehrt, wie viel Kohlensäure ausgeschieden, wie viel Sauerstoff aufgenommen worden und welche scheinbaren Stickstoffunterschiede herauskommen.

Man bestimmte in der Regel das Körpergewicht des Thieres vor und nach dem Versuche. Die bekannten Grössen der Zwischenzeit und der Versuchsdauer liessen dann annähernd berechnen, um wie viel das Körpergewicht bei dem Aufenthalte in dem Athmungsraume abgenommen hatte. Man konnte aus den früheren Zahlen schliessen welche Unterschiede des Körpergewichtes durch den Gaswechsel der Respiration bedingt wurden. Die Differenz gab daher die Menge der ausgetretenen Wasserdämpfe.

Die Kenntniss des mittleren Körpergewichtes und der Versuchsdauer macht es möglich, die absoluten Werthe der ausgehauchten Kohlensäure, des aufgenommenen Sauerstoffes, des Stickstoffunterschiedes und des abgedunsteten Wassers auf die Einheiten des Kilogrammes des Körpergewichtes und der Zeitstunde zurückzuführen. Die mittlere Menge der Athemzüge lässt endlich finden, wie viel durchschnittlich auf ein Kilogramm Thier und einen Athemzug gekommen ist.

Gehen wir nun zur Betrachtung der verschiedenen Quellen von Beobachtungsfehlern über, so kann die Ablesung des Manometers keine wesentlichen Irrungen herbeiführen. Kleinere Irrthümer sind aber auch hier schon möglich. Ich hatte mir den weiteren Manometer von 13 Mm. Durchmesser zu anderen Zwecken machen lassen. Um ihn mit dem früher gebrauchten von 6 Mm. Lumendurchmesser zu vergleichen, kittete ich beide in den Deckel und liess ein Kaninchen mehr als eine Stunde in dem Athmungsbehälter. Es zeigte sich, dass der dünnere Manometer am Ende um beinahe einen halben Millimeter dem weiteren gegenüber zurückblieb, wenn der Druck in dem Athmungsbehälter 5 bis 6 Mm. weniger als der augenblickliche Barometerstand betrug. Da dieser zwischen 710 und 720 Mm. in den beiden ersten Versuchsreihen lag, so kann vielleicht der Manometerirrthum dieser Beobachtungen $^1/_{1430}$ des Barometerstandes betragen haben.

Ganz anders verhält es sich mit den Temperaturbestimmungen. Sie bilden eine der unvermeidlichsten Fehlerquellen des Versuches. Physiker und Chemiker, die sich mit Beobachtungen über die Ausdünstung der Thiere beschäftigten, benutzten bekanntlich nicht selten die Wasserumgebung, um die Wärme der Athmungsluft in dem Behälter zu ändern, sie am Schlusse der am Anfange gleich zu machen und sich so die Temperaturcorrectionen bei den Berechnungen zu ersparen. Ich überzeugte mich bald, dass solche Bemühungen nur zu Selbsttäuschungen führen. Die Temperatur eines so grossen Luftraumes, wie der des Athmungsbehälters ist, wechselt nur sehr langsam. Hängt man in ihm mehrere Thermometer in verschiedenen Höhen auf und giesst aussen kaltes oder warmes Wasser zu, so kann man wahrnehmen, dass die Aenderung der Wärme im Inneren träge vor sich geht und in den verschiedenen Höhen ungleich ausfällt. Ich wechselte immer das äussere Wasser nach einer Reihe von Versuchen. Es war, wenn es vom Brunnen genommen eingefüllt wurde, 4 bis 6° C. kälter als die Atmosphäre. Die Luft des Athmungsraumes hatte sich dann noch nicht nach vier Stunden völlig abgekühlt, wenn selbst der Deckel vollständig auflag. Ich liess daher

immer das Wasser 20 bis 22 Stunden vor einem neuen Versuche wechseln. Giesst man kaltes oder warmes Wasser am Ende der Beobachtung hinzu, bis ein in einer gewissen Höhe aufgehängter Thermometer einen gewünschten Wärmegrad des Athmungsraumes angiebt, so führt man eine wesentliche Irrthumsquelle in den Versuch ein.

Ich habe es unter diesen Verhältnissen mit Ausnahme der ersten Beobachtung immer vorgezogen, das Wasser unberührt zu lassen. Es bildet eine schützende Hülle, die vor grösseren wahren oder täuschenden Temperaturschwankungen bewahrt und insofern einen wesentlichen Nutzen darbietet. Die Bestimmung der Wärme kann aber dessenungeachtet um ein oder mehrere Zehntheile eines Grades irrthümlich ausfallen. Hat man auch im Anfange gewartet, bis die Wärmeerhöhung, welche die Annäherung des Beobachters bei der Einkittung der Abflussröhre erzeugte und die einige Zehntheile eines Grades betragen kann, ausgeglichen worden und liest man die späteren Wärmegrade aus der Ferne ab, so darf man doch nie vergessen, dass die unteren Luftschichten des Behälters fortwährend von dem Thiere erwärmt werden. Ein tief unten aufgehängter Wärmemesser giebt daher zu hohe und ein oben befindlicher zu niedere Wärmegrade an. Da das Normalvolumen Luft, welches zur Athmung zu Gebote stand, ungefähr 22 Liter betrug, so machte $^1/_{10}$ Grad Temperaturirrung an und für sich einen Unterschied von ungefähr 8 C. C. Summiren sich nun die Fehler am Anfang und am Ende auf einen halben Grad, was leichter möglich ist, als man auf den ersten Blick glaubt, so hat man mehr als 40 C. C. Irrthum, weil die Fehler der Temperatur auch Irrungen in der Annahme der Spannkräfte der Wasserdämpfe erzeugen und daher bei der Berechnung des Normalvolumens eingreifen.

Der Eintritt des Gases in die Abzugsröhre und die Ueberfüllung desselben in den Eudiometer erzeugt bei sorgfältiger Arbeit gar keine Fehler. Wir werden z. B. eine genau stimmende Doppelanalyse bei Gelegenheit der Betrachtung der Knallgasverpuffung kennen lernen. Die erste Gasprobe war hier unmittelbar nach der Beendigung des

Versuches, die zweite dagegen erst nach 5stündigem Stehen in der Abzugsröhre in die Eudiometer übergeführt worden. Die Kohlensäureprocente beider stimmten dabei zufällig bis in die dritte Decimalstelle.

Die Gasanalyse trägt manche Unsicherheiten an sich. Doppelanalysen, die ich bei diesen Versuchen wiederum durchführte, bestätigten mir, was ich schon in früheren ähnlichen Beobachtungen gesehen hatte. Man stösst zwar auf Fälle, in denen die Kohlensäureprocente bis auf die dritte Decimale stimmen. Es ist aber sehr übertrieben, wenn man dieses oder nur selbst eine Genauigkeit bis zur Gleichheit der zweiten Decimale als Regel ausgiebt. Ein Irrthum von 0,10 bis 0,15 % kann bei der sorgfältigsten Ausführung in ungünstigen Fällen vorkommen. Die Sauerstoffprocente differiren erst in der zweiten Decimale in jeder guten Doppelanalyse. Man kann aber auch hier den möglichen Fehler auf beinahe $^1/_{10}$ % anschlagen. Würde sich auf diese Weise der Stickstoffgehalt um $^2/_{10}$ % scheinbar erhöhen, so hätte man einen Irrthum von ungefähr 35 C. C., da der Stickstoffgehalt der Luft des Athmungsbehälters 17 bis 18 Liter zu betragen pflegte. Verbände sich dieser Fall mit den oben erwähnten Temperaturfehlern, deren Wirkung mehr als 40 Cubikcentimeter beträgt, so könnte die Endberechnung mehr als 75 C. C. scheinbaren Ueberschuss geben, wenn der Stickstoff selbst unverändert geblieben. Ich habe deshalb auch immer Stickstoff und Beobachtungsfehler in den entsprechenden Rubriken zusammen eingetragen.

Die Knallgasverpuffung, welche ich nach der Kalitrocknung vornahm, hatte zunächst zum Zwecke, nachzusehen, ob erhebliche Mengen von Wasser, Kohlenoxyd oder einer der beiden Kohlenwasserstoffe vorhanden waren. Da sich bald ergab, dass keines dieser Gase in einer berücksichtigenswerthen Menge vorkam, so schien es auf den ersten Blick überflüssig, diesen Zwischenact der Knallgasverpuffung in den späteren Beobachtungen fortzusetzen. Ich habe die Verbrennung dessenungeachtet immer wiederholt, weil sie zugleich eine Controle der Kohlensäurebestimmung liefert. Das Kali sollte den Luftraum getrocknet hinterlassen. Das beste Mittel, ihn rasch mit Wasserdämpfen zu sättigen, besteht darin, dass man ihn

mit einer passenden Menge Knallgas (ungefähr 34 bis 45 % der ursprünglichen Luftmasse) versetzt und verpufft. Das feuchte zuletzt erhaltene Volumen muss natürlich dasselbe Normalvolumen, wie das frühere trockene liefern.

Trifft man die zweckmässigsten Verhältnisse des Knallgases, so kann sich die Uebereinstimmung bis in die zweite oder dritte Decimale erstrecken. Man hatte z. B. in dem einundzwanzigsten Versuche der dritten Beobachtungsreihe:

Unmittelbares Volumen in Maasseinheiten von 0,761 C. C.	Reduc. Barometer in Mm.	Niveauunterschied des inneren und des äusseren Quecksilbers in Mm.	Wärme in C. °	Normalvolumen in Maasseinheiten von 0,761 C. C.
Anfangsvolumen.				
Feucht = 27,963	711,46	111,56	21°,7	19,787
Mit Kali getrocknet = 26,578	716,04	120,99	20°,6	19,349
Mit 8,993 Knallgas versetzt und verpufft = 27,122	716,04	114,61	20°,65	19,352
			Kohlensäure	= 0,438 = 2,21 %

Unterschied gegen früher = + 0,003 = + 0,015 %

Da die Abnahme des Luftvolumens, welche die Verpuffung erzeugt, nicht blos von der Menge des zugesetzten Knallgases, sondern auch von dem bei der Verbrennung gebrauchten Wärmegrade und wahrscheinlich auch der Länge und dem Querschnitt des Eudiometers abhängt, so sind hier absolute Abweichungen von 0,1 bis 0,2 des Luftvolumens gar nicht selten. Waren die Werthe negativ, so ergaben sich 0,2 % Wasserstoff oder Kohlenwasserstoff in den stärksten Differenzen, ein Resultat, das vielleicht in Einzelfällen grösstentheils richtig war, wenn das Thier Darmgase entlassen hatte. Die meisten Bestimmungen dagegen lieferten weit kleinere negative oder positive Unterschiede. Ich habe die Werthe schon ihrer Unbedeutendheit wegen hinweggelassen. Doppelanalysen lehrten aber, dass

zwei Verpuffungen, zu denen das Knallgas des gleichen Apparates gebraucht ward und deren mit dem Fernrohre gemachten Ablesungen unter denselben Barometerständen und bei den gleichen Wärmegraden vorgenommen worden, in entgegengesetzten Richtungen abwichen. Man hatte z. B. in dem zwanzigsten Versuche der dritten Beobachtungsreihe:

Analyse.	Unmittelbares Volumen in Maasseinheiten von 0,761 C. C.	Reduc. Barometer in Mm.	Niveauunterschied des inneren und äusseren Quecksilbers in Mm.	Wärme in C. °.	Normalvolumen in Maasseinheiten von 0,761 C. C.
Erste	Luft. Feucht = 28,512	712,45	108,00	22°,6	20,234
	Mit Kali getrocknet = 26,874	711,06	117,68	21°,4	19,427
			Kohlensäure	=	0,807
				=	3,988 %
	Mit 8,2 Maasseinheiten Knallgas versetzt und verpufft. Feucht = 27,555	711,06	114,04	21°,6	19,409
			Unterschied	=	— 0,018
				=	— 0,089 %
Zweite	Luft. Feucht = 16,651	712,55	112,00	22°,4	11,751
	Mit Kali getrocknet = 15,667	711,06	120,80	21°,4	11,283
			Kohlensäure	=	0,468
				=	3,982 %
	Mit 5,33 Maasseinheiten Knallgas versetzt und verpufft. Feucht = 16,183	711,06	118,65	21_0,6	11,319
				Unterschied =	+ 0,036
				=	+ 0,31 %

Die beiden Kohlensäurewerthe stimmten daher bis auf 0,006%. Man hätte aber z. B. 0,06 % Wasserstoff nach der ersten Analyse annehmen können, während die zweite einen Ueberschuss von 0,3 % nach der Verpuffung gab.

Man könnte sich den Letzteren dadurch erklären, dass das Knallgas eine sehr geringe Menge von Atmosphäre enthielt. Verfolgt man aber die Verhältnisse genauer, so macht sich noch eine andere Vermuthung zur Erläuterung der positiven und der negativen Unterschiede geltend. Es kommt nämlich vor, dass das Knallgas durch Hindernisse der gleichartigen Mischung oder Abfuhr etwas mehr Sauerstoff oder mehr Wasserstoff enthält, als der Wasserbildung entspricht. Ein Ueberschuss von Sauerstoff wird einen positiven Unterschied herbeiführen. Der von Wasserstoff dagegen wird auf Kosten eines entsprechenden Antheiles von Sauerstoff des der Analyse unterworfenen Gases verbrennen. Man erhält daher eine negative Abweichung.

Darf man kein grosses Gewicht auf kleine Differenzen, welche die Knallgasverpuffung liefert, aus den eben angeführten Gründen legen, so kommen doch auch Fälle vor, in denen die Unterschiede tiefer, als in blossen Beobachtungsfehlern begründet zu sein scheinen. Ein Beispiel, das der dritten Versuchsreihe entnommen ist, kann uns das Nähere versinnlichen.

Ich analysirte gleichzeitig die Endgase, welche die später unter No. 23 und No. 24 verzeichneten Versuche geliefert hatten. Der Barometerstand und die Temperaturen waren daher dieselben, und es wurde das gleichzeitig entwickelte Knallgas in die zwei Eudiometer hinter einander eingefüllt. Eben so erfolgten alle Ablesungen nach gehöriger Zwischenzeit, die über die Ausgleichung der Temperatur keinen Zweifel liess, unmittelbar auf einander. Man hatte:

Dreiundzwanzigster Versuch.

Ursprüngliches Volumen in Maasseinheiten von 0,761 C. C.	Reduc. Barometer in Mm.	Niveauunterschied des inneren und äusseren Quecksilbers in Mm.	Wärme in C. °.	Normalvolumen in Maasseinheiten von 0,761 C. C.
Endluft. Feucht = 27,524	713,03	115,14	21°,5	19,430
Nach der Kalibehandlung trocken = 26,139	713,04	122,47	19°,1	18,983
		Kohlensäure	=	0,447
			=	2,30 %
Mit feuchtem Knallgas bis 35,650 verpufft. Feucht = 26,807	713,04	121,07	19°,0	19,982
		Unterschied	=	— 0,001
			=	— 0,005 %

Vierundzwanzigster Versuch.

Endluft. Feucht = 18,050	713,18	98,56	21°,15	13,135
Mit Kali behandelt. Trocken = 17,302	713,04	108,08	19°,1	12,872
		Kohlensäure	=	0,263
			=	2,00 %
Mit feuchtem Knallgas bis 25,00 verpufft. Feucht = 17,620	713,04	105,14	19°,0	12,823
		Unterschied	=	— 0,049
			=	— 0,38 %

Wir erhalten eine Uebereinstimmung, wie sie nur zu den glücklichsten Fällen gehört, in der Analyse der Endluft des dreiundzwanzigsten Versuches, während die unter den gleichen Verhältnissen angestellte Untersuchung der Endluft der vierundzwanzigsten Beobachtung 0,38 % Wasser, mithin 0,26 % Wasserstoff und 0,13 % hinzukommenden Sauerstoffes gab. Die Ausflucht, dass die Luft nach der Kalibehandlung nicht vollkommen trocken war, hat insofern keine Wahrscheinlichkeit, als das Kali 24 Stunden eingewirkt hatte und bei dem Herausnehmen ganz und gar trocken erschien. Ich weiss aber aus vergleichenden Versuchen, die ich mit atmosphärischer Luft und anderen Gasmischungen anstellte, dass die Luft vollkommen getrocknet erscheint, wenn selbst das Kali, das 24 Stunden eingewirkt hat, unmittelbar nach dem Herausnehmen theilweise feucht ist. Die Möglichkeit, jenen Unterschied auf blosse Temperatur- und Ablesungsfehler zu schieben, hat auch nicht die Wahrscheinlichkeit für sich.

Ich habe noch meistentheils die thierische Wärme der Kaninchen zu bestimmen gesucht. Ich wählte den Mastdarm als die vor Irrungen sicherste Stelle. Das hierzu dienende kleine Thermometer war mit einem grossen neuen Thermometer von Fastré, das von — 12 ° C. bis + 110 ° C. in fünftel Grade getheilt war, verglichen worden. Diese Wärmemessungen haben aber immer etwas Schwankendes, bei aller Mühe, die man sich geben mag. Der Temperaturgrad, den man beobachtet, hängt nicht bloss von dem Gesammtbefinden des Thieres, sondern auch davon ab, ob es unmittelbar vorher aufgeregt worden, sich bewegt und die Art seiner Athembewegungen geändert hat oder nicht.

Die vier Versuchsreihen, welche diesen Mittheilungen zum Grunde liegen, sind nach einem bestimmten Plane entworfen worden. Ich prüfte in der Regel zuerst die unversehrten Thiere, um einen ungefähren Begriff über ihre Perspirationserzeugnisse zu erhalten. Ich legte dann die Halswunde in dem ersten Kaninchen an und untersuchte es zwei Tage, um den Einfluss der Verletzung überhaupt zu verfolgen, und ihn, wo möglich, von dem der Nerventrennung zu sondern. Ich durchschnitt hierauf den einen Vagus und benutzte dann wieder

das Thier zu einer dreitägigen Beobachtungsreihe. Als ich endlich auch den zweiten herumschweifenden Nerven getrennt hatte, verfolgte ich die Perspirationserscheinungen von dem ersten Anfange bis unmittelbar vor dem Tode.

Die zweite Versuchsreihe stimmt im Wesentlichen mit der ersten überein. Ich liess nur hier die Prüfung nach der blossen Anlegung der Halswunde hinweg. Die letzte Untersuchung des Thieres nach der doppelten Vagusdurchschneidung war hier einige Stunden vor dem Lebensende vorgenommen worden.

Die dritte Versuchsreihe hatte zum Zweck, den Einfluss der Trennung der beiden untern Kehlkopfsnerven kennen zu lernen. Ich schnitt dann die Halsstämme der herumschweifenden Nerven am vierten Tage durch, nachdem ich vorher eine Luftröhrenfistel angelegt hatte.

Eingreifende Verletzungen und Leiden waren in diesen drei Versuchsreihen der beiderseitigen Trennung der Lungen-Magennerven vorangegangen. Die vierte Versuchsreihe hatte daher zum Zweck, nachzusehen, ob wesentliche Abweichungen vorkommen, wenn man sogleich mit der doppelten Vagustrennung anfängt. Ein sehr junges (ungefähr viermonatliches) Kaninchen diente zu dieser vervollständigenden Beobachtung, während Thiere von mittlerem Alter zu den drei ersten Versuchsreihen benutzt worden waren.

Betrachten wir zunächst die einzelnen Erfahrungen, so haben wir:

§. 2. Darstellung der einzelnen Versuche.

Erste Beobachtungsreihe.

Männliches Kaninchen.

Erster Versuch.

Den 21. Mai.

Das Thier hatte mehr als 200 Grm. Heu in den letzten 24 Stunden verzehrt. Es verhielt sich meistentheils ruhig in dem Athmungsbehälter und entleerte eine grössere Harnmenge während der Versuchszeit.

8 Uhr 54 Minuten. Körpergewicht = 1884,1 Grm.
Versuchsdauer von 8 U. 55 M. bis 10 U. 1 M. = 66 Minuten.

9 U. 0 M. . .	123 bis 124	Athemzüge in einer Minute.
9 U. 16 M. . .	108	
9 U. 38 M. . .	87	
9 U. 50 M. . .	72 bis 73	
9 U. 54 M. . .	71	
Mittel =	92,4	

Die sparsameren Athemzüge der letzten Hälfte der Beobachtungszeit waren merklich tiefer.

Die Endluft führte:

Kohlensäure . .	4,75 %
Sauerstoff . . .	15,31 %
Stickstoff . . .	79,94 %

Nimmt man den Stickstoff als beständig an, so hat man:

	Auf ,0 ° C. zurückgeführter Barometer in Mm.	Wärme in C.°.	In C. C. ausgedrücktes unmittelbares Volumen. Feucht.	In C. C. ausgedrücktes auf 760 Mm. Barom. ,0 ° C. und den trockenen Zustand zurückgeführtes Normalvolumen.
Anfangsluft in dem Athmungsbehälter	711,82	23°,2	26214,4	21956,7
Endluft desselben	711,82	18°,3	„ „ „	21696,0
			Unterschied =	— 260,7
			=	— 1,20 %
			der Anfangsluft.	

Setzt man voraus, dass die aus gewöhnlicher Atmosphäre bestehende Anfangsluft 0,05 % Kohlensäure, 20,96 % Sauerstoff und 78,99 % Stickstoff enthielt, so findet man:

	Normalvolumen in C. C.		
	Kohlenstoff.	Sauerstoff.	Stickstoff.
Anfangsluft	11,0	4602,1	17343,6
Endluft	1030,6	3321,8	17343,6
Unterschied	+ 1019,6	— 1280,3	0,0

Die 1019,6 C. C. ausgeschiedener Kohlensäure sind:

= 2,019 Grm.

ie 1280,3 C. C. aufgenommenen Sauerstoffes . . = 1,839 Grm.

erhältniss des Volumen der ausgeschiedenen Kohlensäure zu dem des aufgenommenen Sauerstoffes = 1:1,26

ewichtsverhältniss beider . . . . . = 1:0,91

Da das Körpergewicht 1884,1 Grm. und die Versuchsdauer 3 Minuten betrugen, so erhält man:

für 1 Kilogr. Thier und 1 Stunde:

usgehauchte Kohlensäure . . . . . = 0,974 Grm.

ufgenommenen Sauerstoff . . . . . = 0,887 Grm.

Die Mittelzahl von 92,4 Athemzügen in der Minute giebt:

für 1 Kilogr. Thier und 1 Athemzug

usgetretene Kohlensäure . . . . . = 0,000176 Grm.

erzehrter Sauerstoff . . . . . = 0,000160 Grm.

Zweiter Versuch.

Den 22. Mai.

Das gleiche Thier, nachdem man es 24 Stunden sich selbst berlassen hatte. Es bewegte sich oft in dem Athmungsbehälter d stellte sich bisweilen auf den Hinterbeinen auf.

9 Uhr 5 M. Körpergewicht = 1773,2 Grm.

Versuchsdauer von 9 U. 9 M. bis 10 U. 10 M. = 61 Minuten.

9 U. 36 M. . . .	109	Athemzüge in einer Minute.
9 U. 58 M. . . .	94	
10 U. 6 M. . . .	74 bis 75	
	Mittel 92,5	

Die Endluft enthielt:

Kohlensäure	4,84 %
Sauerstoff	15,45 %
Stickstoff	79,71 %
	100,00

Man hatte:

	Reduc. Barom. in Mm.	Unterschied des Druckes am Ende in Mm.	Wärme in C. °.	In C. C. ausgedrücktes unmittelbares Volumen. Feucht.	In C. C. ausgedrücktes Normalvolumen.
Anfangsluft	711,50		21°,2	26325,3	22266,1
Endluft . .	711,50	1,00	21°,3	–	22214,2

Unterschied = — 51,9
= — 0,23 %
der Anfangsluft.

Mithin:

	Normalvolumen in C. C. Kohlensäure.	Sauerstoff.	Stickstoff u. Beobachtungsfehler
Anfangsluft	11,1	4667,0	17588,0
Endluft	1075,2	3432,1	17706,9
Unterschied	+ 1064,1	— 1234,9	+ 118,9

Die 1064,1 C. C. ausgehauchter Kohlensäure wiegen = 2,107 Grm
die 1234,9 C. C. aufgenommenen Sauerstoffes . . . = 1,774 Grm

Wären die 118,9 C. C. Stickstoff und Beobachtungsfehler blosser Stickstoff, so hätte man . . . . . = 0,150 Grm.

Folglich:

Verhältniss des Volumens der ausgeschiedenen Kohlensäure zu dem des verzehrten Sauerstoffes . = 1 : 1,16

Gewichtsverhältniss beider . . . . . = 1 : 0,84

Verhältniss des Gewichts des aufgenommenen Sauerstoffes zu dem (incl. der Beobachtungsfehler) berechneten Stikstoff . . . . . = 1 : 0,084

Da das Körpergewicht 1773,2 Grm. und die Versuchsdauer 61 Minuten betrug, so hat man:

für 1 Kilogr. Körpermasse und 1 Stunde:

usgeschiedene Kohlensäure . . . . . = 1,169 Grm.

erzehrten Sauerstoff . . . . . = 0,984 Grm.

tickstoffüberschuss und Beobachtungsfehler . . . = 0,083 Grm.

Der Durchschnittswerth von 92,5 Athemzügen giebt:

für 1 Kilogr. Thier und jeden Athemzug:

usgehauchte Kohlensäure . . . . . = 0,000211 Grm.

ufgenommenen Sauerstoff . . . . . = 0,000177 Grm.

tickstoffüberschuss und Beobachtungsfehler . . = 0,000015 Grm.

Dritter Versuch.

Den 23. Mai.

Dasselbe Kaninchen, nachdem es 24 Stunden sich selbst überssen war und ziemlich viel gefressen hatte.

8 U. 30 M.	Körpergewicht	1816,2 Grm.
9 U. 46 M.	dgl.	1814,3 Grm.
Unterschied = 76 Minuten.		= 1,9 Grm.

Versuchsdauer von 8 U. 35 M. bis 9 U. 40 M. = 65 Minuten.

8 U. 40 M.	94	Athemzüge in einer Minute.
9 U. 24 M.	68	
9 U. 37 M.	67	
Mittel =	76,3	

Die Endluft führte:

Kohlensäure	5,43 %
Sauerstoff	15,10 %
Stickstoff	79,47 %
	100,00

Man hat daher:

	Reduc. Barom. in Mm.	Unterschied des Druckes am Ende in Mm.	Wärme in C.°	In C. C. ausgedrücktes unmittelbares Volumen. Feucht.	In C. C. ausgedrücktes Normalvolumen.
Anfangsluft .	710,42	—	19°,7	26282,3	22363,2
Endluft . .	710,42	1,00	20°,4	—	22252,0
				Unterschied =	— 111,2
				=	— 0,50 %
				der Anfangsluft.	

Mithin:

	Normalvolumen in C. C. Kohlensäure.	Sauerstoff.	Stickstoff und Beobachtungsfehler.
Anfangsluft	11,2	4687,3	17664,7
Endluft	1208,3	3360,1	17683,7
Unterschied	+ 1197,1	— 1327,2	+ 19,0

Es sind:

die 1197,1 C. C. ausgeschiedener Kohlensäure . . = 2,371 Grm.
die 1327,2 C. C. aufgenommenen Sauerstoffes . . = 1,906 Grm.
der Stickstoffrest (incl. Beobachtungsfehler) . . . = 0,024 Grm.

Daher:

Verhältniss des Volumens der ausgeschiedenen Kohlensäure zu dem des verzehrten Sauerstoffes . . = 1:1,11

Gewichtsverhältniss beider . . . . . = 1:0,80

Verhältniss des Gewichts des aufgenommenen Sauerstoffes zu dem des freigewordenen Stickstoffes (incl. Beobachtungsfehler) . . . . . = 1:0,013

Da die Abnahme des Körpergewichtes 1,9 Grm. für 76 Minuten betrug, so hat man für die Versuchsdauer von 65 Minuten . . . . . = 1,625 Grm.

Das Thier verlor unterdess durch den Gaswechsel der Lungen- und der Hautausdünstung 2,371 + 0,024 — 1,906 Grm. . . . . = 0,489 Grm.

Die Wasserdämpfe betrugen daher = 1,136 Grm.

Man hat also, da das mittlere Körpergewicht $\frac{1816,2 + 1814,3}{2}$ = 1815,3 Grm. und die Versuchsdauer 61 Minuten betrugen,

für 1 Kilogr. Thier und 1 Stunde

ausgehauchte Kohlensäure . . . . . = 1,206 Grm.

aufgenommenen Sauerstoff . . . . . = 0,969 Grm.

Stickstoffüberschuss und Beobachtungsfehler . . . = 0,012 Grm.

Fortgegangene Wasserdämpfe . . . . . = 0,578 Grm.

Der Mittelwerth von 76,3 Athemzügen in der Minute giebt im Durchschnitt

für 1 Kilogr. Thier und 1 Athemzug

freigewordene Kohlensäure . . . . . = 0,000263 Grm.

aufgenommenen Sauerstoff . . . . . = 0,000212 Grm.

Stickstoffüberschuss und Beobachtungsfehler . . = 0,000003 Grm.

ausgetretene Wasserdämpfe . . . . . = 0,000126 Grm.

Vierter Versuch.

Den 24. Mai.

Dasselbe Kaninchen.

8 U. 16 M. Wärme im Mastdarm 39°,2 C.

8 U. 22½ M. Ende der Operation, bei welcher die beiden herumschweifenden Nerven am Halse blossgelegt, aber nicht durchschnitten und hierauf die Wunde zugenäht worden.

8 U. 25. M. Wärme im Mastdarm 39°,4 C.

8 U. 30 M. Körpergewicht 1756,2 Grm.

9 U. 43 M. Körpergewicht 1753,5 Grm.

Unterschied = 73 Minuten. = 2,7 Grm.

Versuchsdauer von 8 U. 35 M. bis 9 U. 36 M. = 61 Minuten.

8 U. 40 M. . . .	101 bis 102	Athemzüge in einer Minute.
8 U. 58 M. . . .	108	
9 U. 23 M. . . .	79	
9 U. 32 M. . . .	70 bis 71	
	Mittel = 89,75	

Die Endluft gab:

Kohlensäure . . .	4,92 %
Sauerstoff	15,32 %
Stickstoff	79,76 %
	100,00

Die Sauerstoffbestimmung verunglückte hier und ich habe sie daher nach dem absoluten Anfangsvolumen und dem Endvolumen unter Voraussetzung der Beständigkeit des Stickstoffes berechnet.

Man findet hiernach:

	Reduc. Barom. in Mm.	Unterschied des Druckes am Ende in Mm.	Wärme in C. ⁰.	In C. C. ausgedrücktes unmittelbares Volumen. Feucht.	In C. C. ausgedrücktes Normalvolumen.
Anfangsluft .	707,54	—	17°,5	26342,3	22562,4
Endluft . .	707,54	5°,20	18°,2	—	22345,5

Unterschied = — 216,9
= — 0,96 %
der Anfangsluft.

Es ergiebt sich demnach:

	Normalvolumen in C. C. Kohlensäure.	Sauerstoff.	Stickstoff und Beobachtungsfehler.
Anfangsluft	11,3	4729,1	17822,0
Endluft	1099,5	3424,0	17822,0
Unterschied	+ 1088,2	— 1305,1	0,00

Die 1088,2 C. C. ausgeschiedener Kohlensäure wiegen = 2,155 Grm.

Die 1305,1 C. C. verzehrten Sauerstoffes . . . = 1,875 Grm.

Daher

Verhältniss des Volumens der ausgeschiedenen Kohlensäure zu dem des aufgenommenen Sauerstoffes . . . . . = 1 : 1,15.

Gewichtsverhältniss beider . . . . . = 1 : 0,87.

Die Abnahme des Körpergewichtes betrug 2,7 Grm. für 73 Minuten, daher für die Versuchsdauer von 61 Minuten . . . . . = 2,256 Grm.

Das Thier verlor durch den Gaswechsel 2,155 — 1,875 Grm. = 0,280 Grm.

Mithin Wasserausdünstung . . . . = 1,976 Grm.

Da das mittlere Körpergewicht 1754,85 Grm., und die Versuchsdauer 61 Minuten betrugen, so erhält man:

Für 1 Kilogr. Thier und 1 Stunde

Ausgeschiedene Kohlensäure . . . . . = 1,208 Grm.
Aufgenommenen Sauerstoff . . . . . = 1,051 Grm.
Ausgeschiedene Wasserdämpfe . . . . . = 1,108 Grm.

Das Mittel von 89,75 Athemzügen giebt für 1 Kilogr. und einen Athemzug:

Ausgeschiedene Kohlensäure . . . . . = 0,000224 Grm.
Aufgenommenen Sauerstoff . . . . . = 0,000195 Grm.
Entfernte Wasserdämpfe . . . . . = 0,000206 Grm.

Fünfter Versuch.

Den 26. Mai.

Das Kaninchen blieb seit der gestrigen Operation sich selbst überlassen.

8 U. 35 M.	Körpergewicht	1833,6 Grm.
9 U. 48 M.	Körpergewicht	1830,0 Grm.
Unterschied = 73 Minuten		= 3,6 Grm.

Versuchsdauer von 8 U. 43 M. bis 9 U. 46 M. = 63 Minuten.

Die Athembewegungen konnten in diesem Versuche nicht gezählt werden, weil sich zu viel Wasser an der inneren Glaswand des Athmungsbehälters niedergeschlagen hatte.

10 U. 0 M., nachdem sich das Thier etwas gewehrt hatte, Wärme im Mastdarm = 38°,5 C.

Die Endluft führte:

Kohlensäure	5,61%
Sauerstoff	14,42%
Stickstoff	79,97%
	100,00

Man findet:

	Reduc. Barom. in Mm.	Unterschied des Druckes am Ende in Mm.	Wärme in C. ⁰.	In C. C. ausgedrücktes unmittelbares Volumen. Feucht.	In C. C. ausgedrücktes Normalvolumen.
Anfangsluft	715,32	—	19°,5	26264,9	22526,1
Endluft .	715,32	2,00	20°,8	—	22319,5

Unterschied = — 206,6
= 0,92 %
der Anfangsluft.

Die Berechnung liefert daher:

	Normalvolumen in C. C. Kohlensäure.	Sauerstoff.	Stickstoff und Beobachtungsfehler.
Anfangsluft	11,3	4721,4	17793,4
Endluft	1252,2	3218,5	17848,9
Unterschied . . .	+ 1240,9	— 1502,9	+ 55,5

Die 1240,9 CC. ausgeschiedener Kohlensäure geben = 2,458 Grm.

Die 1502,9 CC. aufgenommenen Sauerstoffes . = 2,159 Grm.

Die 55,5 Stickstoff und Beobachtungsfehler lieferten als reiner Stickstoff berechnet . . . . . = 0,070 Grm.

Da das Thier 3,6 Grm. während 73 Minuten verloren hatte, so erhält man für die Versuchsdauer von 63 Minuten . . . . . = 3,107 Grm.

Der Gaswechsel führte zu einem Verluste von 2,458 + 0,070 — 2,159 Grm. . . . . = 0,369 Grm.

Daher Wasserdämpfe . . . . = 2,738 Grm.

Mithin

Verhältniss des Volumens der ausgeschiedenen Kohlensäure zu dem des verzehrten Sauerstoffes . = 1 : 1,21.

Gewichtsverhältniss beider . . . . . = 1 : 0,88.

Verhältniss des Gewichtes des aufgenommenen Sauerstoffes zu dem Gewichte des Stickstoffes (incl. der Beobachtungsfehler) . . . . . = 1 : 0,032.

Da das mittlere Körpergewicht 1831,8 Grm. und die Versuchsdauer 63 Minuten betrugen, so hat man

für 1 Kilogr. und 1 Stunde

Ausgeschiedene Kohlensäure . . . . . = 1,278 Grm.

Aufgenommenen Sauerstoff . . . . . = 1,122 Grm.

Stickstoffüberschuss und Beobachtungsfehler . . . = 0,036 Grm.

Ausgetretene Wasserdämpfe . . . . . = 1,424 Grm.

Sechster Versuch.

Den 27. Mai Vormittags.

Das Kaninchen in der Zwischenzeit unverändert gelassen.

8 U. 38 M. Wärme im Mastdarme = 37°,8. C.

8 U. 40 M. bis 8 U. 52. M. Die frühere Wunde aufgemacht, ein ungefähr 2 Centimenter langes Stück des Halstheiles des rechten herumschweifenden Nerven ausgeschnitten und die Wunde wieder zugenäht. Sie war früher schon in der Haut zugeheilt gewesen. Ein reichliches weisses Exsudat füllte die Zwischenräume der vor einigen Tagen blossgelegten Gebilde.

8 U. 54. M. Wärme im Mastdarme = 39°5. C.

8 U. 58 M. Körpergewicht 1775,1 Grm.

10 U. 12 M. Körpergewicht 1773,0 Grm.

Unterschied = 74 Minuten. = 2,1 Grm.

Versuchsdauer von 9 U. 3 M. bis 10 U. 6 M. = 63 Minuten.

9 U. 11 M.	112.	Athemzüge in einer Minute.
9 U. 33 M.	71.	
9 U. 43 M.	74 bis 75.	
	Mittel = 85,83.	

10. U. 16 M. Wärme im Mastdarme = 37°,5 C.

Die Endluft führte:

Kohlensäure	3,88%
Sauerstoff	15,58%
Stickstoff	80,54%
	100,00

Man hatte ferner:

	Reduc. Barom. in Mm.	Unterschied des Druckes am Ende in Mm.	Wärme in C.°	In C. C. ausgedrücktes unmittelbares Volumen. Feucht.	In C. C. ausgedrücktes Normalvolumen.
Anfangsluft	714,29	—	17°,3	26323,4	22786,7
Endluft .	714,29	4,00	17°,9	—	22612,6
				Unterschied = — 174,1	
				= — 0,77 %	
				der Anfangsluft.	

Diese Werthe geben:

	Normalvolumen in C.C. Kohlensäure.	Sauerstoff.	Stickstoff und Beobachtungsfehler.
Anfangsluft	11,4.	4776,1.	17999,2.
Endluft	877.4.	3523,0.	18212,2.
Unterschied	+866,0.	—1253,1.	+213,0.

Die 866,0 C.C. ausgehauchter Kohlensäure wiegen
= 1,715 Grm.
Die 1253,1 C. C. verzehrten Sauerstoffes geben . . = 1,800 Grm.
Die 213,0 C. C. Stickstoffüberschuss und Beobachtungsfehler als reiner Stickstoff berechnet . . = 0,269 Grm.
Das Thier verlor 2,1 Grm. in 74 Minuten, mithin während der Versuchsdauer von 63 Minuten . = 1,788 Grm.
Der Gaswechsel der Perspiration forderte 1,715 + 0,269 — 1,800 Grm. . . . . = 0,184 Grm.

Mithin ausgetretene Wasserdämpfe . . . = 1,604 Grm.
Verhältniss des Volumens der ausgehauchten Kohlensäure zum aufgenommenen Sauerstoff . . = 1:1,45.
Gewichtsverhältniss beider . . . . . = 1:1,05.
Gewichtsverhältniss des verzehrten Sauerstoffes zum Stickstoffüberschuss (incl. Beobachtungsfehler) = 1:0,15.

Da das mittlere Körpergewicht 1774,1 Grm., die Versuchsdauer 63 Minuten glichen, so hat man:

für 1 Kilogr. Thier und eine Stunde

Ausgeschiedene Kohlensäure . . . . . = 0,921 Grm.
Aufgenommenen Sauerstoff . . . . . = 0,966 Grm.
Stickstoffüberschuss und Beobachtungsfehler . . . = 0,144 Grm.
Ausgetretene Wasserdämpfe . . . . . = 0,861 Grm.

Der Durchschnittswerth von 85,83 Athemzügen in jeder Minute giebt:

Für 1 Kilogr. Thier und eine Minute

Ausgehauchte Kohlensäure . . . . . = 0,000179 Grm.
Aufgenommener Sauerstoff . . . . . = 0,000188 Grm.
Stickstoffüberschuss und Beobachtungsfehler . . = 0,000028 Grm.
Abgedunstetes Wasser . . . . . = 0,000167 Grm.

Siebenter Versuch.

Den 27. Mai Nachmittags.

Das Thier war indessen sich selbst überlassen geblieben.

3 U. 5 M. Körpergewicht 1827,3 Grm.
4 U. 14 M. Körpergewicht 1825,1 Grm.

Unterschied = 69 Minuten. = 2,2 Grm.

Versuchsdauer von 3 U. 7½ M. bis 4 U. 10 M. = 62,5 Minuten.

3 U. 12 M. . . 111 bis 112
3 U. 45 M. . . 69
4 U. 4 M. . . 67 bis 68
Mittel = 82,67

} Athemzüge in einer Minute.

4 U. 20 M. Wärme im Mastdarme = 38°,6.

Die Endluft führte:

Kohlensäure	5,69%
Sauerstoff	14,33%
Stickstoff	79,98%
	100,00

Man hatte ferner:

	Reduc. Barom. im Mm.	Unterschied des Druckes am Ende in Mm.	Wärme in C°.	In C. C. ausgedrücktes: unmittelbares Volumen. Feucht.	In C. C. ausgedrücktes: Normalvolumen.
Anfangsluft .	713,16.	—	18°,3.	26271,2.	22595,6.
Endluft . .	713,16.	2,8.	18°,4.	—	22492,3
				Unterschied = — 103,3	
				= — 0,46% der Anfangsluft.	

Mithin

	Normalvolumen in C. C.		
	Kohlensäure.	Sauerstoff.	Stickstoff und Beobachtungsfehler.
Anfangsluft	11,3.	4736,0.	17848,3.
Endluft	1279,8.	3223,1.	17989,4.
Unterschied	+1268,5.	—1512,9.	+141,1.

Die 1279,8 C. C. ausgeschiedene Kohlensäure wiegen = 2,512 Grm.
Die 1512,9 C. C. verzehrten Sauerstoffes . . . = 2,173 Grm.
Die 141,1 C. C. Stickstoff (incl. Beobachtungsfehler) = 0,178 Grm.
Das Thier verlor in 69 Minuten 2,2 Grm., folglich in der Versuchszeit von 62,5 Minuten . . . . . = 1,993 Grm.
Der Gaswechsel bedingte eine Abnahme von
2,512 + 0,178 — 2,173 . . . . . = 0,517 Grm.

Mithin Verlust durch Wasserdämpfe . . . . = 1,476 Grm.

Mat hat daher:

Verhältniss des Volumens der ausgeschiedenen Kohlensäure zu dem des verzehrten Sauerstoffes . = 1 : 1,19.
Gewichtsverhältniss beider . . . . . = 1 : 0,87.
Verhältniss des Gewichtes des Sauerstoffes zu dem des Stickstoffes (incl. Beobachtungsfehler) . = 1 : 0,084.

Das mittlere Körpergewicht glich 1826,2 Grm. und die Versuchsdauer 62,5 Minuten, folglich

für 1 Kilogr. Thier und 1 Stunde

Ausgehauchte Kohlensäure . . . . . = 1,321 Grm.
Aufgenommenen Sauerstoff . . . . . = 1,141 Grm.
Stickstoffüberschuss (incl. Beobachtungsfehler) . . = 0,094 Grm.
Ausgeschiedene Wasserdämpfe . . . . . = 0,776 Grm.

Die Durchschnittsmenge von 82,67 Athemzügen giebt

für 1 Kilogr. Thier und einen Athemzug

Ausgeschiedene Kohlensäure . . . . . = 0,000266 Grm.
Aufgenommener Sauerstoff . . . . . = 0,000230 Grm.
Stickstoffüberschuss (nebst den Beobachtungsfehlern) . . . . . = 0,000019 Grm.
Ausgetretene Wasserdämpfe . . . . . = 0,000156 Grm.

Achter Versuch.

Den 28. Mai Vormittags.

Das Thier war indessen sich selbst überlassen geblieben.

8 U. 46 M. Wärme im Mastdarme 38°,7 C.

8 U. 52 M. Ein ungefähr 2 Centimeter langes Stück aus dem Halstheile des zweiten (linken) herumschweifenden Nerven ausgeschnitten.

Das Thier athmet sogleich schwer und mit hörbarem pfeifenden, gleichsam klagenden Geräusche.

8 U. 55 M. Wärme im Mastdarme 39°,7 C.
8 U. 59 M. Körpergewicht = 1722,1 Grm.
10 U. 14 M. Körpergewicht = 1721,1 Grm.

Unterschied = 75 M. 1,0 Grm.

Versuchsdauer von 9 U. 5½ M. bis 10 U. 8 M. = 62,5 Minuten.

Das Thier blieb im Athmungsbehälter meistentheils ruhig und verhielt sich in seinen hin und wieder vorgekommenen Körperbewegungen, wie gewöhnlich. Seine Augen waren auffallend matt. Es athmete tief und mühsam. Die Nasenlöcher gingen dabei auffallend auf und nieder. Mit der Einathmung hob sich die obere Umgebung eines jeden Nasenloches. Der vordere Körper ging zugleich in die Höhe und sank bei jeder Ausathmung wiederum zurück.

9 U. 12 M. 23
9 U. 37 M. 23
10 U. 4 M. 23
Mittel = 23

} tiefe Athemzüge in jeder Minute.

10 U. 17 M. Wärme im Mastdarme = 38°,8 C.

Die Endluft führte:

Kohlensäure	5,02%
Sauerstoff	13,56%
Stickstoff	81,42%
	100,00

Man hatte ferner:

	Reduc. Barom. in Mm.	Unterschied des Druckes am Ende in Mm.	Wärme in C°.	In C. C. ausgedrücktes unmittelbares Volumen. Feucht.	In C. C. ausgedrücktes Normalvolumen.
Anfangsluft .	710,36.	—	19°,0.	26376,4.	22518,5.
Endluft . . .	710,36.	9,4.	19°,9.	—	22113,5.
				Unterschied = — 405,0	
				= — 1,80%	
				der Anfangsluft.	

Es ergiebt sich daher:

	Normalvolumen in C. C. Kohlensäure.	Sauerstoff.	Stickstoff und Beobachtungsfehler.
Anfangsluft	11,2.	4719,9.	17787,6.
Endluft	1110,1.	2998,6.	18004,8.
Unterschied	+1098,9.	—1721,3.	+217,2.

Die 1098,9 C. C. ausgesehiedener Kohlensäure wiegen = 2,176 Grm.

Die 1721,3 C. C. verzehrten Sauerstoffes . . . . = 2,472 Grm.

Die 217,2 C. C. Stickstoff und Beobaehtungsfehler waren als reiner Stickstoff . . . . . = 0,274 Grm.

Da das Thier 1,0 Grm. in 75 Minuten verlor,
so kam auf die Versuchsdauer von 62,5 Minuten . = 0,833 Grm.
Die Veränderung durch den Gaswechsel glich
2,176 + 0,274 — 2,472 . . . . . = +0,022 Grm.

Wasserdämpfe . . . . . = 0,855 Grm.

Verhältniss des Volumens der ausgeschiedenen Kohlensäure zum verzehrten Sauerstoff . . . . = 1 : 1,57.
Gewichtsverhältniss beider . . . . . = 1 : 1,14.
Verhältniss des Gewichtes des Sauerstoffes zu dem des Stickstoffes (nebst den Beobachtungsfehlern) = 1 : 0,111.

Da das mittlere Körpergewicht 1721,6 und die Versuchsdauer 62,5 Minuten betrugen, so hat man

für 1 Kilogr. und 1 Stunde:

Ausgeschiedene Kohlensäure . . . . . = 1,214 Grm.
Aufgenommener Sauerstoff . . . . . = 1,379 Grm.
Ausgehauchter Stickstoff (und Beobachtungsfehler) . = 0,153 Grm.
Verdampftes Wasser . . . . . = 0,477 Grm.

Die 23 Athemzüge in jeder Minute liefern

für 1 Kilogr. Thier und einen Athemzug

Ausgetretene Kohlensäure . . . . . = 0,000880 Grm.
Aufgenommener Sauerstoff . . . . . = 0,000999 Grm.
Stickstoffüberschuss und Beobachtungsfehler . . = 0,000111 Grm.
Abgedunstetes Wasser . . . . . = 0,000345 Grm.

Neunter Versuch.

Den 28. Mai Nachmittags.

Das Thier athmete indessen immer laut hörbar, tief und mühsam fort.

2 U. 58 M. Wärme im Mastdarme = 38°,3 C.
3 U. 0,5 M. Körpergewicht 1717,1 Grm.
4 U. 15 M. Körpergewicht 1715,5 Grm.

Unterschied = 74,5 Minuten = 1,6 Grm.

Versuchsdauer von 3 U. 5½ M. bis 4 U. 9 M. = 63,5 Minuten,

3 U. 11 M.	18 bis 19	Athemzüge in einer Minute.
3 U. 30 M.	15	
3 U. 40 M.	15 bis 16	
3 U. 53 M.	16 bis 17	
4 U. 5 M.	16 bis 17	
	16,4	

4 U. 20 M. Wärme im Mastdarme = 37°,4 C.

Die Analyse der Endluft gab:

Kohlensäure	4,17%.
Sauerstoff	14,77%.
Stickstoff	81,06%.
	100,00.

Man hatte ferner:

	Redne. Barom. in Mm.	Unterschied des Druckes am Ende in Mm.	Wärme in C°.	In C. C. ausgedrücktes unmittelbares Volumen. Feucht.	In C. C. ausgedrücktes Normalvolumen.
Anfangsvolumen	709,46.	—	18°,6.	26381,4.	22536,1.
Endvolumen . .	709,46.	6,2.	18°,8.	—	22316,7.
				Unterschied = — 219,4.	
				= — 0,97%	

Daher

	Normalvolumen in C. C.		
	Kohlensäure.	Sauerstoff.	Stickstoff und Beobachtungsfehler.
Anfangsluft.	11,3.	4723,5.	17801,3.
Endluft	930,6.	3296,2.	18089,9.
Unterschied.	+919,3.	—1427,3.	+288,6.

Die 919,3 C. C. ausgehauchter Kohlensäure sind = 1,821 Grm.
Die 1427,3 C. C verzehrten Sauerstoffes . . . = 2,050 Grm.
288,6 C. C. Stickstoffüberschuss und Beobachtungsfehler als reiner Stickstoff berechnet . . . . = 0,364 Grm.
Da das Thier 1,6 Grm. während 74,5 Minuten verloren hatte, so erhält man für die Versuchszeit von 63,5 Minuten . . . . . = 1,364 Grm.
Der Gaswechsel der Perspiration forderte 1,821 + 0,364 — 2,050 Grm. . . . . = 0,135 Grm.

Also Wasserdämpfe . . . . = 1,229 Grm.
Verhältniss des Volumens der ausgehauchten Kohlensäure zu dem des verzehrten Sauerstoffes . . = 1 : 1,55.
Gewichtsverhältniss beider . . . . . = 1 : 1,13.
Verhältniss des Gewichtes des Sauerstoffes zu dem des Stickstoffes (nebst Beobachtungsfehlern) . = 1 : 0,178.

Da das mittlere Körpergewicht 1716,3 Grm. und die Versuchsdauer 63,5 Minuten betrug, so erhält man

für 1 Kilogr. und 1 Stunde

Ausgeschiedene Kohlensäure . . . . . = 1,002 Grm.
Aufgenommener Sauerstoff . . . . . = 1,129 Grm.
Stickstoffüberschuss und Beobachtungsfehler . . . = 0,201 Grm.
Ausgetretene Wasserdämpfe . . . . . = 0,677 Grm.

Die Durchschnittsgrösse von 16,4 Athemzügen in der Minute giebt

für 1 Kilogr. Körpergewicht und einen Athemzug

Ausgeschiedene Kohlensäure . . . . . = 0,001019 Grm.
Aufgenommener Sauerstoff . . . . . = 0,001149 Grm.
Stickstoffüberschuss und Beobachtungsfehler . . = 0,000204 Grm.
Ausgehauchte Wasserdünste . . . . . = 0,000688 Grm.

Zehnter Versuch.

Den 29. Mai.

Das Thier athmet wie gestern, tief pfeifend und mühsam, scheint aber sonst munter und wehrt sich noch lebhaft bei dem Anfassen. Es streckt den Kopf beim Einathmen vor und zieht ihn wieder bei dem Ausathmen zurück.

8 U. 58 M. Körpergewicht 1711,1 Grm.
10 U. 15 M. Körpergewicht 1709,4 Grm.

Unterschied = 77 Minuten. = 1,7 Grm.

Versuchsdauer von 9 U. 4 M. bis 10 U. 10 M. = 66 M.

9 U. 10 M.	23.	tiefe und mühsame Athemzüge in der Minute.
9 U. 25 M.	23.	
9 U. 27 M.	25.	
9 U. 33 M.	27.	
9 U. 45 M. . . .	27 bis 28.	
9 U. 55 M.	30.	
10 U. 5 M.	29.	
	26,36.	

10 U. 19 M. Wärme im Mastdarme = 33°,1 C.

Das Thier stirbt, während der Thermometer im Mastdarme ist um 10 U. 20 M., nachdem es Urin entleert, Koth hervorzutreiben gesucht und von heftigen Krämpfen befallen worden ist.

11 U. 6 M. Wärme im Mastdarme = 32°,6 C.

Die Endluft ergab:

Kohlensäure	3,73 %.
Sauerstoff	15,06 %.
Stickstoff	81,21 %.
	100,00.

Man hatte ferner:

	Reduc. Barom. in Mm.	Unterschied des Druckes im Mm.	Wärme in C⁰.	In C. C. ausgedrücktes unmittelbares Volumen. Feucht.	In C. C. ausgedrücktes Normalvolumen.
Anfangsluft .	710,30.	—	16⁰,85.	26387,4.	22757,2.
Endluft . .	710,30.	4,40.	17⁰,8.	—	22515,4.
				Unterschied = — 241,8	
				= — 1,06%	
				der Anfangsluft.	

Man erhält daher:

	Normalvolumen in C. C. Kohlensäure.	Sauerstoff.	Stickstoff und Beobachtungsfehler.
Anfangsluft	11,4.	4769,9.	17975,9.
Endluft	839,8.	3390,8.	18284,8.
Unterschied	+828,4.	—1379,1.	+308,9.

Die 828,4 C. C. ausgehauchter Kohlensäure wiegen = 1,641 Grm.

Die 1379,1 C. C. verzehrten Sauerstoffes . . = 1,981 Grm.

Die 308,9 C. C. Stickstoffüberschuss incl. der Beobachtungsfehler als reiner Stickstoff berechnet, geben . . . . . = 0,390 Grm.

Das Thier verlor 1,7 Grm. für 77 Minuten, folglich für die Versuchsdauer von 66 Minuten . . . = 1,457 Grm.

Der Gaswechsel der Perspiration entzog 1,641 + 0,390 — 1,981 Grm. . . . . = 0,050 Grm.

Mithin ausgeschiedenes Wasser . . . = 1,407 Grm.

Volumenverhältniss der ausgeschiedenen Kohlensäure zum verbrauchten Sauerstoff . . . . . = 1 : 1,68.
Gewichtsverhältniss beider . . . . . = 1 : 1,21.
Gewicht des Sauerstoffs zu dem des Stickstoffüberschusses . . . . . = 1 : 0,197.

Da das mittlere Körpergewicht 1710,25 Grm. und die Versuchsdauer 66 Minuten betrugen, so hat man:

für 1 Kilogr. Thier und 1 Stunde

Ausgeschiedene Kohlensäure	= 0,872	Grm.
Aufgenommener Sauerstoff	= 1,053	Grm.
Stickstoffüberschuss und Beobachtungsfehler . . .	= 0,207	Grm.
Ausgetretene Wasserdämpfe	= 0,748	Grm.

Da die mittlere Zahl der Athemzüge 26,36 für die Minute glich, so findet man im Durchschnitt:

für 1 Kilogr. Thier und einen Athemzug

Ausgehauchte Kohlensäure	= 0,000551	Grm.
Aufgenommener Sauerstoff	= 0,000666	Grm.
Stickstoffüberschuss und Beobachtungsfehler . .	= 0,000131	Grm.
Ausgetretene Wasserdämpfe	= 0,000473	Grm.

Die Lungen des Thieres zeigten die bekannte, der Vagusdurchschneidung nachfolgende Entartung. Der rechte obere Lungenlappen erschien zu $^2/_3$ des inneren Theiles braunroth, während das übrige gelb war. Der rechte mittlere Lappen zeigte sich fast durchgehends braunroth. Nur einzelne gelbe Flecken lagen hier inselartig zerstreut. Der rechte untere Lappen hatte oben und unten grosse braunrothe Bezirke und in der Mitte einzelne braunrothe Flecke. Der linke obere Lungenlappen war durchgehends stark braunroth und besass nur sehr sparsame gelbe Inseln. Die obere Hälfte des linken unteren Lappens erschien ganz und gar braunroth wie Lebermasse. Die untere Hälfte dagegen war theils gelb, theils heller braunroth gefärbt. Mindestens $^3/_4$ der Lungen erschienen bei dem Aufblasen

leicht wegsam. Die Haargefässe derselben liessen sich auch ohne Mühe mit Leimmasse ausspritzen.

Der Leichnam des Thieres, das eine beträchtliche Menge von Harn im Todeskampfe entleert hatte, wog unmittelbar vor der Oeffnung . . . . . = 1695,8 Grm.

Es betrug

Der grüne Futterinhalt der Speisenröhre	2 Grm.	
Der des Magens	90,9 Grm.	
Der des Dünndarms	21,1 Grm.	
Der des Dickdarms	54,0 Grm.	228,6 Grm.
Die Kothballen des Mastdarmes .	1,6 Grm.	
Der noch in der Harnblase enthaltene Urin	59,0 Grm.	

Mithin Nettogewicht = 1467,2 Grm.

Das letzte Bruttogewicht von 1709,4 Grm. ist daher um 242,2 Grm. oder ungefähr um 0,14 jener Grösse höher als das Nettogewicht. Die oben angeführten, auf das Körpergewicht bezogenen Werthe waren daher in der Wirklichkeit um ungefähr $^1/_7$ bis $^1/_8$ höher, als die sich nach dem Bruttogewicht bestimmen liessen.

Zweite Versuchsreihe.

Männliches Kaninchen.

Elfter Versuch.

Den 31. Mai.

8 U. 50 M. Körpergewicht 1410,2 Grm.
10 U. 3½ M. Körpergewicht 1409,4 Grm.

Unterschied = 73½ Minuten. = 0,8 Grm.

Versuchsdauer von 8 U. 55½ M. bis 8 U. 59 M. = 63,5 Minuten.

9 U. 9 M.	84	Athemzüge in einer Minute.
9 U. 39 M.	65	
9 U. 54 M.	72	
	73,7	

10 U. 12½ M. Wärme im Mastdarme = 37°,8 C.

Die Endluft führte:

Kohlensäure	3,52%.
Sauerstoff	16,70%.
Stickstoff	79,78%.
	100,00.

Man hatte:

	Red. Barom. in Mm.	Unterschied des Druckes am Ende in Mm.	Wärme in C°.	In C. C. ausgedrücktes ursprüngliches Volumen. Feucht.	In C. C. ausgedrücktes Normalvolumen
Anfangsluft .	709,82.	—	18°,5.	26688,3.	22821,9.
Endluft . .	709,82.	6,20.	17°,9.	—	22685,5.
				Unterschied = — 136,4	
				= — 0,60%	
				der Anfangsluft.	

Daher:

	Normalvolumen in C. C. Kohlensäure.	Sauerstoff.	Stickstoff und Beobachtungsfehler.
Anfangsluft	11,4.	4783,5.	18027,0.
Endluft	798,5.	3788,5.	18098,5.
Unterschied	+787,1.	—995,0.	+71,5.

Die 787,1 C. C. ausgehauchter Kohlensäure sind
= 1,559 Grm.

Die 995,0 C. C. verzehrten Sauerstoffes . . . = 1,429 Grm.

Die 71,5 C. C. Stickstoff und Beobachtungsfehler, als blosser Stickstoff berechnet . . . . . = 0,090 Grm.

Das Thier verlor 0,8 Grm. während 73,5 Minuten, folglich während der Versuchsdauer von 63,5 Minuten . . . . . = 0,691 Grm.

Der Gaswechsel nahm 1,559 + 0,090 — 1,429 Grm. in Anspruch . . . . . = 0,220 Grm.

Folglich Wasserdämpfe . . . . = 0,471 Grm.

Verhältniss des Volumens der ausgeschiedenen Kohlensäure zu dem des aufgenommenen Sauerstoffes . . . . . = 1 : 1,26.

Gewichtsverhältniss beider . . . . . = 1 : 0,92.

Verhältniss des Gewichtes des verzehrten Sauerstoffes zu dem des Stickstoffüberschusses nebst den Beobachtungsfehlern . . . . . = 1 : 0,063.

Da das mittlere Körpergewicht des Thieres 1409,8 Grm. und die Versuchsdauer 63,5 Minuten betrugen, so hat man

für 1 Kilogr. Thier und 1 Stunde

Ausgeschiedene Kohlensäure . . . . . = 1,045 Grm.

Aufgenommener Sauerstoff . . . . . = 0,958 Grm.

Stickstoffüberschuss und Beobachtungsfehler . . . = 0,060 Grm.

Ausgetretene Wasserdämpfe . . . . . = 0,316 Grm.

Der Mittelwerth von 73,7 Athemzügen in der Minute giebt im Durchschnitt

für 1 Kilogr. Thier und einen Athemzug

Ausgeschiedene Kohlensäure . . . . . 0,000236 Grm.

Aufgenommener Sauerstoff . . . . . 0,000217 Grm.

Stickstoffüberschuss und Beobachtungsfehler . . . 0,000014 Grm.

Entfernte Wasserdämpfe . . . . . 0,000071 Grm.

Zwölfter Versuch.

Den 2. Januar.

Dasselbe Kaninchen in der Zwischenzeit sich selbst überlassen.

8 U. 56 M. Körpergewicht 1381,2 Grm.

10 U. 8 M. Körpergewicht 1380,0 Grm.

Unterschied = 72 Minuten. = 1,2 Grm.

Versuchsdauer von 9 U. 1 M. bis 10 U. 1½ M. = 60,5 Minuten.

9 U. 6 M.	98	Athemzüge in einer Minute.
9 U. 21 M.	99	
9 U. 42 M.	52 bis 53	
9 U. 49 M.	49	
10 U. 0 M.	59	
	Mittel = 71,5	

10 U. 13. M. Wärme im Mastdarme = 37°,8 C.

Die Endluft führte:

Kohlensäure	4,74%.
Sauerstoff	16,06%.
Stickstoff	79,20%.
	100,00.

Man hatte ferner:

	Red. Barom. in Mm.	Unterschied des Druckes am Ende in Mm.	Wärme in C°.	In C. C. ausgedrücktes: ursprüngliches Volumen. Feucht.	In C. C. ausgedrücktes: Normalvolumen
Anfangsluft	712,28.	—	17°,6.	26717,3.	23027,5.
Endluft	712,28.	2,30.	18°,6.	—	22840,1.
				Unterschied = — 187,4	
				= — 0,82°	
				der Anfangsluft.	

Mithin:

	Normalvolumen in C. C.		
	Kohlensäure.	Sauerstoff.	Stickstoff und Beobachtungsfehler.
Anfangsluft	11,5.	4826,5.	18189,5.
Endluft	1082,6.	3668,1.	18089,4.
Unterschied	+1071,1.	—1158,4.	+100,1.

Die 1071,1 C. C. ausgehauchter Kohlensäure wiegen = 2,121 Grm.

Die 1158,4 C. C. verzehrten Sauerstoffes . . = 1,664 Grm.

Die 100,1 C. C. Stickstoffüberschuss und Beobachtungsfehler als Stickstoff betrachtet . . . . = 0,126 Grm.

Das Thier verlor 1,2 Grm. während 72 Minuten, folglich während der Versuchsdauer von 60,5 Minuten . . . . . = 1,008 Grm.

Der Gaswechsel der Perspiration foderte 2,121 + 0,126 — 1,664 Grm. . . . . = 0,583 Grm.

Ausgetretene Wasserdämpfe . . = 0,425 Grm.

Verhältniss des Volumens der ausgehauchten Kohlensäure zum Volumen des verzehrten Sauerstoffes . . . . . = 1 : 1,08.

Gewichtsverhältniss beider . . . . . = 1 : 0,78.

Gewicht des aufgenommenen Sauerstoffes zu dem Stickstoffüberschuss und den Beobachtungsfehlern = 1 : 0,076.

Da das mittlere Körpergewicht 1380,6 Grm. und die Versuchsdauer 60,5 Minuten betrugen, so findet man:

für 1 Kilogr. Thier und 1 Stunde

Ausgehauchte Kohlensäure . . . . . = 1,524 Grm.

Verzehrter Sauerstoff . . . . . = 1,195 Grm.

Stickstoffüberschuss und Beobachtungsfehler . . . = 0,090 Grm.
Entfernte Wasserdämpfe . . . . . = 0,305 Grm.

Die Durchschnittspreise von 71,5 Athemzügen in der Minute giebt im Mittel:

für einen Kilogr. Körpergewicht und einen Athemzug

Ausgeschiedene Kohlensäure . . . . . = 0,000355 Grm.
Aufgenommener Sauerstoff . . . . . = 0,000279 Grm.
Stickstoffüberschuss und Beobachtungsfehler . . = 0,000021 Grm.
Ausgetretene Wasserdämpfe . . . . . = 0,000071 Grm.

Dreizehnter Versuch.

Den 3. Juni Nachmittags.

3 U. 3 M. Wärme im Mastdarme = 38°,8 C.

3 U. 8 M. Ungefähr 2 Centimeter aus dem Halstheile des rechten herumschweifenden Nerven ohne irgend beträchtliche Blutung ausgeschnitten.

3 U. 12 M. Wärme im Mastdarme = 39°,7 C.

4 U. 40 M. desgl. . . . . = 39°,0 C.

Den 4. Juni Vormittags.

8 U. 55 M. Körpergewicht 1428,4.
10 U. 12 M. Körpergewicht 1427,2.

Unterschied = 77 Minuten. = 1,2 Grm.

Versuchsdauer von 9 U. 3 M. 10 U. 5½ M. = 62,5 Minuten.

9 U. 13 M.	78	Athemzüge in einer Minute.
9 U. 34 M.	94	
10 U. 1 M.	64	
Mittel =	78,7	

10 U. 16 M. Wärme im Mastdarme = 37°,8 C.

Die Endluft enthielt:

Kohlensäure	5,10%.
Sauerstoff	14,58%.
Stickstoff	80,32%.
	100,000.

Man hatte:

	Red. Barom. in Mm.	Unterschied des Druckes am Ende in Mm.	Wärme in C°.	In C. C. ausgedrücktes unmittelbares Volumen. Feucht.	In C. C. ausgedrücktes Normalvolumen.
Anfangsluft .	716,91.	—	20°,85.	26670,1.	22801,5.
Endluft . .	716,91.	2,00.	22°,65.	—	22502,8.
				Unterschied = — 298,7	
				= — 1,31%.	
				der Anfangsluft.	

Daher:

	Normalvolumen in C. C. Kohlensäure.	Sauerstoff.	Stickstoff und Beobachtungsfehler.
Anfangsluft	11,4.	4779,2.	18010,9.
Endluft	1147,6.	3280,9.	18074,3.
Unterschied	+1136,2.	−1498,3.	+63,4.

Die 1136,2 C. C. Kohlensäure sind . . . . = 2,250 Grm.
Die 1498,3 C. C. Sauerstoff . . . . . = 2,152 Grm.
Die 63,4 C. C. Stickstoff (incl. Beobachtungsfehler) = 0,008 Grm.
Das Thier verlor 1,2 Grm. in 77 Minuten, folglich
für 62,5 Minuten Versuchszeit . . . . . = 0,974 Grm.
Der Gaswechsel der Perspiration foderte 2,250 +
0,008 — 2,152 . . . . . = 0,106 Grm.
Ausgehauchtes Wasser = 0,868 Grm.

Verhältniss des Volumens der ausgeschiedenen Kohlensäure zum Volumen des verzehrten Sauerstoffes . . . . . = 1 : 1,32
Gewichtsverhältniss beider . . . . . = 1 : 0,96
Gewicht des Sauerstoffes zu dem des Stickstoffüberschusses und der Beobachtungsfehler . . . = 1 : 0,037

Da das mittlere Körpergewicht 1427,8 Grm. und die Versuchsdauer 62,5 Minuten betrugen, so hat man

für 1 Kilogr. Thier und 1 Stunde

ausgeschiedene Kohlensäure . . . . . = 1,513 Grm.
aufgenommenen Sauerstoff . . . . . = 1,447 Grm.
Stickstoffüberschuss und Beobachtungsfehler . . . = 0,054 Grm.
Wasserdämpfe . . . . . = 0,584 Grm.

Das Mittel der 78,7 Athemzüge in der Minute giebt

für 1 Kilogr. Thier und 1 Athemzug

ausgehauchte Kohlensäure . . . . . = 0,000320 Grm.
aufgenommenen Sauerstoff . . . . . = 0,000306 Grm.
Stickstoff und Beobachtungsfehler . . . . . = 0,000011 Grm.
Wasserdämpfe . . . . . = 0,000124 Grm.

Vierzehnter Versuch.

Den 6. Junius Vormittags.

8 U. 47 M. Wärme im Mastdarme = 39°,5 C.

8 U. 51 M. Auch aus dem Halbtheile des zweiten (linken) herumschweifenden Nerven ein 2 Centimeter langes Stück herausgeschnitten. Das Thier athmet sogleich mühsam, tief und mit hörbarem Pfeifen.

8 U. 54 M. Wärme im Mastdarme = 38°,3 C.
8 U. 55 M. Körpergewicht = 1389,0 Grm.
10 U. 8 M. Körpergewicht = 1388,1 Grm.

Unterschied = 73 Minuten. = 0,9 Grm.

Versuchsdauer von 9 U. 1½ M. bis 10 U. 4½ M. = 63 M.

9 U. 8 M. . . .	30	tiefe, mühsame und hörbare Athemzüge in der Minute.
9 U. 14 M. . . .	39	
9 U. 30 M. . . .	17	
9 U. 35 M. . . .	20	
10 U. 0 M. . . .	20	
10 U. 2 M. . . .	24 bis 25	
Mittel =	25,1	

Das Thier hebt die obere Umgebung der Nasenlöcher, öffnet die Mundspalten und streckt den Kopf vor bei dem Einathmen. Es wendet sich häufig im Apparate, stellt sich auf und benimmt sich sonst wie ein munteres, aber geängstigtes Geschöpf.

10 U. 12 M. Wärme im Mastdarme = 36°,7 C.

Die Endluft enthielt:

Kohlensäure	2,96 %
Sauerstoff	15,71 %
Stickstoff	81,33 %
	100,00

Man hatte:

	Reduc. Barom. in Mm.	Unterschied des Druckes am Ende in Mm.	Wärme in C°.	In C. C. ausgedrückt: unmittelbares Volumen. Feucht.	In C. C. ausgedrückt: Normalvolumen.
Anfangsluft .	710,46	—	18°,9	26709,5	22815,9
Endluft . .	710,46	2,80	20°,0	—	22602,2
			Unterschied =		— 213,7
			=		— 0,94 % der Anfangsluft.

Daher:

	Normalvolumen in C. C.		
	Kohlensäure.	Sauerstoff.	Stickstoff und Beobachtungsfehler.
Anfangsluft	11,4	4782,2	18022,3
Endluft	669,0	3550,8	18382,4
	+ 657,6	— 1231,4	+ 360,1

Die 657,6 C. C. ausgeschiedener Kohlensäure wiegen = 1,302 Grm.

Die 1231,4 C. C. verzehrten Sauerstoffes geben = 1,769 Grm.

Die 360,1 C. C. Stickstoff und Beobachtungsfehler würden als reinen Stickstoff liefern . . = 0,454 Grm.

Das Thier verlor 0,9 Grm. während 73 Minuten, folglich innerhalb der Versuchsdauer von 63 Minuten . . . . . = 0,777 Grm.

Der Gaswechsel der Perspiration lieferte 1,302 + 0,454 — 1,769 Grm. . . . . = + 0,013 Grm.

Wasserdämpfe = 0,790 Grm.

Verhältniss der Volumina der ausgehauchten Kohlensäure und des verzehrten Sauerstoffes . = 1 : 1,87

Gewichtsverhältniss beider . . . . . = 1 : 1,36

Gewichtsverhältniss des verzehrten Sauerstoffes zu dem Stickstoffüberschuss und den Beobachtungsfehlern . . . . . = 1 : 0,349

Da das mittlere Körpergewicht 1388,6 Grm. und die Versuchsdauer 63 Minuten betrugen, so erhält man

für 1 Kilogr. Thier und 1 Stunde

ausgeschiedene Kohlensäure . . . . . = 0,893 Grm.

verzehrten Sauerstoff . . . . . = 1,213 Grm.

Stickstoffüberschuss und Beobachtungsfehler . . = 0,312 Grm.
ausgetretene Wasserdämpfe . . . . . = 0,542 Grm.

Die durchschnittliche Menge von 25,1 Athemzügen in der Minute liefert

für 1 Kilogr. Thier und 1 Athemzug

ausgehauchte Kohlensäure . . . . . = 0,000593 Grm.
verzehrten Sauerstoff . . . . . = 0,000804 Grm.
Stickstoffüberschuss und Beobachtungsfehler . . = 0,000207 Grm.
Wasserdämpfe . . . . . = 0,000360 Grm.

Fünfzehnter Versuch.

Den 6. Junius Nachmittags.

Das Thier hatte indessen fortwährend mit hörbarem pfeifenden oder rasselndem Tone beschwerlich geathmet. Es streckte den Kopf, vorzüglich im Athmungsbehälter, bei jeder Einathmung weit vor, öffnete zugleich den Mund, schob die Nasenspitze nach vorn und athmete mühsam mit starker Thätigkeit der Bauchmuskeln.

3 U. 13½ M. Körpergewicht 1378,6 Grm.
4 U. 24 M. Körpergewicht 1376,4 Grm.

Unterschied = 70,5 Minuten. = 2,2 Grm.

Versuchsdauer von 3 U. 16 M. bis 4 U. 18 M. = 62 Minuten.

3 U. 20 M.	26	tiefe und mühsame Athemzüge in einer Minute.
3 U. 28 M.	29	
3 U. 43 M.	32	
4 U. 1 M.	31	
4 U. 15 M.	25	
Mittel =	28,6	

4 U. 38 M. Wärme im Mastdarme = 37°,3 C.

Die Endluft führte:

Kohlensäure	3,97 %
Sauerstoff	15,53 %
Stickstoff	80,50 %
	100,00

Man hatte ferner:

	Redne. Barom. in Mm.	Unterschied des Druckes am Ende in Mm.	Wärme in C°.	In C. C. ausgedrücktes unmittelbares Volumen. Feucht.	In C. C. ausgedrücktes Normalvolumen
Anfangsluft .	711,75	—	21°,9	26719,9	22526,3
Endluft . . .	711,75	3,00	21°,2	—	22510,2
				Unterschied =	— 16,1
				=	— 0,07 %

Mithin:

	Normalvolumen in C. C. Kohlensäure.	Sauerstoff.	Stickstoff und Beobachtungsfehler.
Anfangsluft	11,3	4721,5	17793,5
Endluft	893,7	3495,8	18120,7
Unterschied	+ 882,4	— 1225,7	+ 327,2

Die 882,4 C. C. ausgeschiedener Kohlensäure wiegen = 1,748 Gr

Die 1225,7 C. C. aufgenommenen Sauerstoffes . . = 1,761 Gr

Die 327,2 C. C. Stickstoffüberschuss und Beobachtungsfehler geben als reiner Stickstoff berechnet . . . . . = 0,413 Gr

Das Thier verlor 2,2 Grm. in 70,5 Minuten, folglich innerhalb der Versuchsdauer von 62 Minuten . . . . . = 1,921 Grm.
Der Gaswechsel foderte 1,748 + 0,413 — 1,761 Grm. = 0,400 Grm.

Folglich Wasserdämpfe = 1,521 Grm.

Volumenverhältniss der ausgeschiedenen Kohlensäure und des aufgenommenen Sauerstoffes . = 1 : 1,39
Gewichtsverhältniss beider . . . . . = 1 : 1,01
Gewicht des Sauerstoffes zu dem des Stickstoffes (incl. der Beobachtungsfehler) . . . . . = 1 : 0,235

Da das mittlere Körpergewicht 1377,4 Grm. und die Versuchsdauer 62 Minuten ausmachten, so hat man

für 1 Kilogr. Thier und 1 Stunde

ausgeschiedene Kohlensäure . . . . . = 1,228 Grm.
aufgenommenen Sauerstoff . . . . . = 1,237 Grm.
Stickstoffüberschuss und Beobachtungsfehler . . . = 0,290 Grm.
ausgetretene Wasserdämpfe . . . . . = 1,069 Grm.

Der Durchschnittswerth von 28,6 Athemzügen in der Minute ergiebt

für 1 Kilogr. Thier und 1 Athemzug

ausgehauchte Kohlensäure . . . . . = 0,000716 Grm.
verzehrten Sauerstoff . . . . . = 0,000721 Grm.
Stickstoffüberschuss und Beobachtungsfehler . . = 0,000170 Grm.
ausgetretene Wasserdämpfe . . . . . = 0,000623 Grm.

Sechszehnter Versuch.

Den 7. Junius.

Das indessen sich selbst überlassene Thier athmet wie gestern, nur mit schwächerer Tönung.

8 U. 21 M. Körpergewicht 1339,2 Grm.
9 U. 32 M. Körpergewicht 1337,1 Grm.

Unterschied = 71 Minuten. = 2,1 Grm.

Versuchsdauer von 8 U. 25½ M. bis 9 U. 27 M. = 61.5 Minut.

8 U. 31 M.	22	Athemzüge in der Minute.
8 U. 55 M.	22	
9 U. 10 M.	24	
9 U. 25 M.	22	
	22,5	

Das Thier öffnet den Mund weit bei dem Einathmen, schiebt den Kopf vor und hebt die obere Umgebung der Nasenlöcher nach dem Schlusse des Mundes. Es bewegt sich häufig im Athmungsbehälter, stellt sich hin und wieder auf den Hinterfüssen auf und fasst bisweilen mit den Vorderbeinen das zum Schutze der Durchsichtsscheibe angebrachte Drahtgitter.

9 U. 36 M. Wärme im Mastdarme = 35°,9 C.

Nachmittags 2 U. 13 M. (3 Minuten nach dem unter heftigen Krämpfen erfolgten Tode des Kaninchens) Wärme im Mastdarme = 36°,4 C.

Die Endluft lieferte:

Kohlensäure	2,26 %
Sauerstoff	17,10 %
Stickstoff	80,64 %
	100,00

Man hatte:

	Reduc. Barom. im Mm.	Unterschied des Druckes am Ende in Mm.	Wärme in C°.	In C. C. ausgedrücktes unmittelbares Volumen. Feucht.	In C. C. ausgedrücktes Normalvolumen.
Anfangsluft .	717,69	—	17°,6	26759,3	23243,6
Endluft . .	717,69	5,20	18°,2	—	23004,3
				Unterschied = — 239,3	
				= — 1,03 %	
				der Anfangsluft.	

Mithin:

	Normalvolumen in C. C.		
	Kohlensäure.	Sauerstoff.	Stickstoff und Beobachtungsfehler.
Anfangsluft	11,6	4871,9	18360,1
Endluft	519,9	3933,7	18550,7
Unterschied	+508,3	−938,2	+190,6

Die 508,3 C. C. ausgetretener Kohlensäure sind = 1,007 Grm.
Die 938,2 C. C. verzehrten Sauerstoffes . . . . = 1,348 Grm.
Die 190,6 C. C. Stickstoffüberschuss und Beobachtungsfehler als reiner Stickstoff berechnet . = 0,241 Grm.
Das Thier verlor 2,1 Grm. in 71 Minuten, mithin für 61,5 Minuten Beobachtungsdauer . . . = 1,819 Grm.
Der Gaswechsel der Perspiration nahm 1,007 + 0,241 − 1,348 Grm. in Anspruch . . . = + 0,101 Grm.

Mithin ausgetretene Wasserdämpfe = 1,920 Grm.
Volumenverhältniss der ausgetretenen Kohlensäure zum verzehrten Sauerstoff . . . . . = 1:1,85
Gewichtsverhältniss beider . . . . . = 1:1,34
Verhältniss des Gewichtes des aufgenommenen Sauerstoffes zu dem des Stickstoffüberschusses (incl. der Beobachtungsfehler) . . . . . = 1:0,179

Das mittlere Körpergewicht betrug 1338,15 Grm. und die Versuchsdauer 61,5 Minuten. Man erhält daher

für 1 Kilogr. Thier und 1 Stunde

ausgetretene Kohlensäure . . . . . = 0,734 Grm.
aufgenommenen Sauerstoff . . . . . = 0,984 Grm.
Stickstoffüberschuss und Beobachtungsfehler . . . = 0,175 Grm.
entfernte Wasserdämpfe . . . . . = 1,400 Grm.

Die Durchschnittszahl von 22,5 Athemzügen in der Minute giebt daher

für 1 Kilogr. Thier und 1 Athemzug:

ausgehauchte Kohlensäure . . . . . = 0,000544 Grm.
verzehrten Sauerstoff . . . . . = 0,000728 Grm.
Stickstoffüberschuss und Beobachtungsfehler . . = 0,000130 Grm.
ausgetretene Wasserdämpfe . . . . . = 0,001037 Grm.

Das Thier war Nachmittags um 2 Uhr noch scheinbar munter obgleich die mühsame Athmung fortdauerte und die Körperbewegungen an Intensität abgenommen hatten. Als man es, wie gewöhnlich, in einem Blechkasten auf die Wage gebracht hatte, bekam es die heftigsten Krämpfe, schlug sich so an, dass Blut zu den Nasenlöchern heraustrat und starb um 2 U. 10 M.

Der rechte obere Lungenlappen war an der Spitze braunroth sonst gelb und nur mit einzelnen dunkleren Inseln versehen. Der rechte Mittellappen erschien in seiner Innenhälfte braunroth und im Uebrigen gelb. Der rechte Unterlappen dagegen war fast ganz braunroth und besass nur noch zerstreute gelbe Inseln. Der linke obere Lappen zeigte sich bis auf einzelne gelbe Flecke ganz braunroth. Dieselbe Veränderung bot auch die grössere Hälfte des linken Unterlappens dar. Die Lungen liessen sich ohne Widerstand aufblasen und waren zum grösseren Theile wegsam.

Das Thier, welches um 2 U. 16 M. 1330,0 Grm. gewogen hatte enthielt:

Speisereste im Magen	= 65,2 Grm.	139,0 Grm.
desgl. im Dünndarme	= 21,0 Grm.	
desgl. im Dickdarme	= 36,5 Grm.	
Koth im Mastdarme	= 1,2 Grm.	
Urin in der Harnblase	= 15,1 Grm.	

Das Bruttogewicht von 1330,0 Grm. ist daher um 139,0 oder um ungefähr 0,11 oder $\frac{1}{9}$ zu hoch gewesen.

Dritte Versuchsreihe.

Männliches Kaninchen.

Die Beobachtungen wurden hier meist nur 30 bis 45 Minuten is den später angeführten Gründen fortgesetzt. Man gebrauchte ich in allen jetzt folgenden Versuchen das weitere Manometer von 1 Millimeter Lumendurchmesser. Der zu Gebote stehende Luft- aum stieg daher von 28098,5 C. C. auf 28142,4 C. C.

Siebzehnter Versuch.

Den 11. Junius.

9 U. 25 M. Körpergewicht = 1842,0 Grm.
10 U. 15 M. Körpergewicht = 1841,5 Grm.

Unterschied = 50 Minuten. 0,5 Grm.

Versuchsdauer von 9 U. 40 M. bis 10 U. 12½ M. = 32,5 Minuten.

9 U. 52 M.	103	Athemzüge in einer Minute.
10 U. 6 M.	93	
10 U. 9 M.	93	
	96,3	

11 U. 2 M. Wärme im Mastdarme = 38°,6 C.

Die Endluft enthielt:

Kohlensäure	= 2,34 %
Sauerstoff	= 18,12 %
Stickstoff	= 79,54 %
	100,00

Es ergab sich ferner:

	Reduc. Barom. in Mm.	Unterschied des Druckes am Ende in Mm.	Wärme in C°.	In C. C. ausgedrücktes ursprüngliches Volumen. Feucht.	In C. C. ausgedrücktes Normalvolumen
Anfangsluft .	715,22	—	23°,5	26300,4	22102,3
Endluft . .	715,22	2,20	24°,25	—	21944,8
				Unterschied = — 157,5	
				= — 0,71%	
				der Anfangsluft.	

Mithin:

	Normalvolumen in C. C. Kohlensäure.	Sauerstoff.	Stickstoff und Beobachtungsfehler.
Anfangsluft	11,1	4632,6	17458,6
Endluft	513,5	3976,4	17454,9
Unterschied	+ 502,4	—656,2	— 3,7

Die 502,4 C. C. ausgehauchter Kohlensäure wiegen = 0,995 Grm.

Die 656,2 C. C. verzehrten Sauerstoffes . . . . = 0,943 Grm.

Das Stickstoffdeficit von 3,7 C. C. (incl. der Beobachtungsfehler) . . . . . = 0,005 Grm.

Das Thier verlor 0,5 Grm. in 50 Minuten, folglich in 32,5 Minuten Versuchszeit . . . . . = 0,325 Grm.

Der Gaswechsel der Perspiration forderte 0,995 — 0,005 — 0,943 . . . . . = 0,047 Grm.

Ausgetretenes Wasser = 0,278 Grm.

Verhältniss des Volumens der ausgetretenen Kohlensäure zu dem des verzehrten Sauerstoffes = 1 : 1,30
Gewichtsverhältniss beider . . . . . = 1 : 0,95
Verhältniss des Gewichtes des aufgenommenen Sauerstoffes zu dem des Stickstoffdeficits (nebst Beobachtungsfehlern) . . . . . = 1 : 0,0048

Da das mittlere Körpergewicht 1841,75 Grm. und die Versuchsdauer 32,5 Minuten betrugen, so hat man

für 1 Kilogr. Thier und 1 Stunde

ausgeschiedene Kohlensäure . . . . . = 0,997 Grm.
verzehrter Sauerstoff . . . . . = 0,945 Grm.
Stickstoffverlust und Beobachtungsfehler . . . . = 0,0047 Grm.
ausgetretene Wasserdämpfe . . . . . = 0,279 Grm.

Die Durchschnittsgrösse von 96,3 Athemzügen in der Minute giebt endlich:

für 1 Kilogr. Thier und 1 Athemzug

ausgetretene Kohlensäure . . . . . = 0,000173 Grm.
verzehrter Sauerstoff . . . . . = 0,000164 Grm.
Stickstoffdeficit und Beobachtungsfehler . . . = 0,0000008 Grm.
abgedünstetes Wasser . . . . . = 0,000047 Grm.

Achtzehnter Versuch.

Den 12. Junius.

Das gleiche Kaninchen indessen sich selbst überlassen.

8 U. 51 M. Körpergewicht = 1837,6 Grm.
9 U. 43 M. dgl. = 1837,1 Grm.

Unterschied = 52 Minuten. = 0,5 Grm.

Versuchsdauer von 8 U. 56½ M. bis 9 U. 39 M. = 42,5 Minuten.

9 U. 3 M.	92	Athemzüge in einer Minute.
9 U. 10 M.	93	
9 U. 27 M.	99	
Mittel =	94,7	

9 U. 48 M. Wärme im Mastdarme = 39°,0 C.

Man hatte:

	Reduc. Barom. in Mm.	Unterschied des Druckes am Ende in Mm.	Wärme in C°.	In C. C. ausgedrücktes ursprüngliches Volumen. Feucht.	In C. C. ausgedrücktes Normalvolumen.
Anfangsluft	717,34	—	23°,8	26304,8	22138,7
Endluft . .	717,34	2,20	24°,45	—	21897,8

Unterschied = — 240,9
= — 1,09 % der Anfangsluft.

Die Endluft enthielt:

Kohlensäure	2,71%
Sauerstoff	17,05%
Stickstoff	80,24%
	100,00

Daher:

	Normalvolumen in C. C. Kohlensäure.	Sauerstoff.	Stickstoff u. Beobachtungsfehler.
Anfangsluft	11,1	4640,3	17487,3
Endluft	593,4	3733,6	17570,8
Unterschied	+ 582,3	— 906,7	+ 83,5

Die 582,3 C. C. Kohlensäure sind . . . . . = 1,153 Grm.
die 906,7 Sauerstoff . . . . . = 1,302 Grm.
die 83,5 Stickstoffüberschuss und Beobachtungsfehler als reiner Stickstoff berechnet . . . . . = 0,105 Grm.

Das Thier verlor 0,5 Grm. in 52 Minuten, folglich
in der Versuchsdauer von 42,5 Minuten . . . . . = 0,409 Grm.
der Gaswechsel der Perspiration foderte 1,153 + 0,105
— 1,302 Grm. . . . . = + 0,044 Grm.

Ausgetretene Wasserdämpfe = 0,453 Grm.

Volumenverhältniss der ausgeschiedenen Kohlensäure
zum verzehrten Sauerstoff . . . . . = 1:1,56
Gewichtsverhältniss beider . . . . . = 1:1,13
Verhältniss des Gewichtes des Sauerstoffes zu dem des
Stickstoffes incl. Beobachtungsfehler . . . . = 1:0,081 .

Da das mittlere Körpergewicht 1837,35 Grm. und die Versuchsdauer 42,5 Minuten betrug, so erhält man:

für 1 Kilogr. Thier und 1 Stunde

ausgetretene Kohlensäure . . . . . = 0,886 Grm.
aufgenommenen Sauerstoff . . . . . = 1,001 Grm.
Stickstoffüberschuss und Beobachtungsfehler . . . = 0,081 Grm.
abgedünstetes Wasser . . . . . = 0,348 Grm.

Die Mittelzahl von 94,7 Athemzügen liefert für

1 Kilogr. Thier und 1 Athemzug

ausgehauchte Kohlensäure . . . . . = 0,000156 Grm.
aufgenommenen Sauerstoff . . . . . = 0,000176 Grm.
Stickstoffüberschuss und Beobachtungsfehler . . = 0,000014 Grm.
abgedünstetes Wasser . . . . . = 0,000061 Grm.

Neunzehnter Versuch.

Den 13. Junius.

Dasselbe Kaninchen, in der Zwischenzeit sich selbst überlassen.

8 U. 43 M. Körpergewicht = 1925,0 Grm.
9 U. 59 M. Körpergewicht = 1923,9 Grm.

Unterschied = 76 M. = 1,1 Grm.

Versuchsdauer von 8 U. 47 M. bis 9 U. 49 M. = 62 Minuten.

8 U. 57 M. . . .	93	Athemzüge in der Minute.
9 U. 12 M. . . .	100	
9 U. 21 M. . . .	81	
9 U. 32 M. . . .	72	
9 U. 45 M. . . .	79	
Mittel	85,0	

10 U. 4 M. Wärme im Mastdarme 38°,6 C.

Man hatte:

	Reduc. Barom. in Mm.	Unterschied des Druckes am Ende in Mm.	Wärme in C°.	In C. C. ausgedrücktes ursprüngliches Volumen. Feucht.	In C. C. ausgedrücktes Normalvolumen.
Anfangsluft	716,43	—	24°,35	26217,4	21970,7
Endluft . .	716,43	2,80	24°,95	—	21811,4

Unterschied = — 159,3
= — 0,73 %
der Anfangsluft.

Die Endluft enthielt:

Kohlensäure	5,88 %
Sauerstoff	14,12 %
Stickstoff	80,00 %
	100,00

Daher:

	Normalvolumen in C.C. Kohlensäure.	Sauerstoff.	Stickstoff und Beobachtungsfehler.
Anfangsluft	11,0	4605,1	17354,6
Endluft	1282,5	3079,7	17449,2
Unterschied	+1271,5	—1525,4	+ 94,6

Die 1271,5 C. C. ausgeschiedener Kohlensäure wiegen = 2,518 Grm.
die 1525,4 C. C. aufgenommenen Sauerstoffes . . . = 2,191 Grm.
die 94,6 C. C. Stickstoffüberschuss und Beobachtungsfehler als reiner Stickstoff berechnet . . . . = 0,119 Grm.
das Thier verlor 1,1 Grm. in 76 Minuten, folglich während der Versuchsdauer von 62 Minuten . = 0,897 Grm.
der Gaswechsel nahm 2,518 + 0,119 — 2,191 Grm in Anspruch . . . . . = 0,446 Grm.

Folglich ausgetretene Wasserdämpfe = 0,451 Grm.
Verhältniss des Volumens der ausgeschiedenen Kohlensäure zu dem des aufgenommenen Sauerstoffes = 1 : 1,20
Gewichtsverhältniss beider . . . . . = 1 : 0,87
Verhältniss der Gewichte des Sauerstoffes zu dem des Stickstoffes und der Beobachtungsfehler . . . = 1 : 0,055

Da das mittlere Körpergewicht 1924,45 Grm. und die Versuchsdauer 62 Minuten betrugen, so hat man:

für 1 Kilogr. Thier und 1 Stunde:

ausgeschiedene Kohlensäure . . . . . = 1,266 Grm.
aufgenommenen Sauerstoff . . . . . = 1,102 Grm.
Stickstoffüberschuss und Beobachtungsfehler . . . = 0,060 Grm.
ausgetretene Wasserdämpfe . . . . . = 0,227 Grm.

Der Mittelwerth von 85,0 Athemzügen in der Minute giebt

für 1 Kilogr. Thier und 1 Athemzug:

ausgetretene Kohlensäure . . . . . = 0,000248 Grm.
aufgenommenen Sauerstoff . . . . . = 0,000216 Grm.
Stickstoffüberschuss und Beobachtungsfehler . . = 0,000012 Grm.
ausgetretene Wasserdämpfe . . . . . = 0,000045 Grm.

Zwanzigster Versuch.

Den 14. Junius.

Dasselbe Kaninchen in der Zwischenzeit sich selbst überlassen.

8 U. 33 M. Körpergewicht 1904,2 Grm.

9 U. 23 M. Körpergewicht 1903,1 Grm.

Unterschied = 50 Minuten. = 1,1 Grm.

Versuchsdauer von 8 U. 46 M. bis 9 U. 17½ M. = 31,5 Minuten.

8 U. 52 M. . . .	83 bis 84	Athemzüge in einer Minute.
9 U. 4 M. . . .	108	
9 U. 15 M. . . .	90	
	Mittel = 93,83	

Man hatte:

	Reduc. Barom. in Mm.	Unterschied des Druckes am Ende in Mm.	Wärme in C°.	In C. C. ausgedrücktes unmittelbares Volumen. Feucht.	In C. C. ausgedrücktes Normalvolumen
Anfangsluft .	712,45		24°,7	26238,2	21820,1
Endluft . .	712,45	+ 0,80	25°,2	—	21734,4
				Unterschied = —	85,7
				= —	0,39 %
				der Anfangsluft.	

Die Endluft führte:

Kohlensäure	3,98%
Sauerstoff	16,44%
Stickstoff	79.58%
	100,00

Mithin:

	Normalvolumen in C. C.		
	Kohlensäure.	Sauerstoff.	Stickstoff und Beobachtungsfehler.
Anfangsluft	10,9	4573,5	17235,7
Endluft	865,0	3573,1	17296,2
Unterschied	+ 854,1	— 1000,4	+ 60,5

Die 854,1 C. C. ausgeschiedener Kohlensäure sind = 1,692 Grm.
Die 1000,4 C. C. aufgenommenen Sauerstoffes . = 1,437 Grm.
Die 60,5 C. C. Stickstoffüberschuss und Beobachtungsfehler als reiner Stickstoff berechnet . . . . = 0,076 Grm.
Das Thier verlor 1,1 Grm. in 50 Minuten, folglich während der Versuchsdauer von 31,5 Minuten . . . = 0,693 Grm.
Der Gaswechsel der Perspiration foderte 1,692 + 0,076 — 1,437 Grm. . . . . = 0,331 Grm.

Mithin ausgeschiedene Wasserdämpfe = 0,361 Grm.

Verhältniss des Volumens der ausgeschiedenen Kohlensäure zu dem des verzehrten Sauerstoffes . . = 1 : 1,17.
Gewichtsverhältniss beider . . . . . = 1 : 0,85.
Verhältniss des Gewichtes des aufgenommenen Sauerstoffes zu dem des Stickstoffes, incl. der Beobachtungsfehler . . . . . = 1 : 0,053.

Da das mittlere Körpergewicht 1903,65 Grm. und die Versuchsdauer 31,5 Minuten glichen, so hat man

für 1 Kilogr. Thier und 1 Stunde

ausgeschiedene Kohlensäure . . . . . = 1,692 Grm.
verzehrten Sauerstoff . . . . . = 1,438 Grm.
Stickstoffüberschuss und Beobachtungsfehler . . . = 0,076 Grm.
ausgetretene Wasserdämpfe. . . . . = 0,361 Grm.

Der Durchschnittswerth von 93,83 Athemzügen in der Minute geben

für 1 Kilogr. und einen Athemzug

entfernte Kohlensäure . . . . . = 0,000301 Grm.
aufgenommener Sauerstoff . . . . . = 0,000255 Grm.
Stickstoffüberschuss und Beobachtungsfehler . . = 0,000014 Grm.
entfernte Wasserdämpfe . . . . . = 0,000064 Grm.

Man sieht, dass sich hier das Körpergewicht und die Versuchsdauer wechselseitig so ausgleichen, dass die absoluten Werthe mit den für 1 Kilogr. und 1 Stunde gültigen fast gänzlich übereinstimmten.

Einundzwanzigster Versuch.

Den 15. Junius.

Den 14. Junius 9 U. 30 M. Wärme im Mastdarme = 39°,7 C.
Desgl. 9 U. 37 M. Beide Recurrentes neben der Luftröhre ohne wesentliche Blutung durchschnitten. Das Thier athmet sogleich mit weit hörbaren heiseren Tönen.
9 U. 39 M. Wärme im Mastdarme . = 40°,1.
3 U. 13 M. desgl. . . . . = 39°,2.
Den 15. Junius 9 U. 24 M. desgl. . . . . = 39°,2.
8 U. 17 M. Körpergewicht = 1899,4 Grm.
9 U. 18 M. Körpergewicht = 1898,0 Grm.

Unterschied = 61 Minuten = 1,4 Grm.

8 U. 46 M.	109	Athemzüge in einer Minute.
8 U. 47 M.	105	
8 U. 54 M.	90	
9 U. 10 M.	66	
	92,5	

Versuchsdauer von 8 U. 39½ M. bis 9 U. 13 M. = 33,5 Minuten.
Das Thier athmet hörbar, und wie es scheint, lauter, wenn es erschreckt oder sonst aufgeregt wird.
10 U. 6 M. Wärme im Mastdarme . . . . . = 38°,7 C.

Man hatte:

	Reduc. Barom. in Mm.	Unterschied des Druckes am Ende in Mm.	Wärme in C°.	In C. C. ausgedrücktes unmittelbares Volumen. Feucht.	In C. C. ausgedrücktes Normalvolumen.
Anfangsluft	712,45	—	24°,7	26243,0	22047,5
Endluft .	711,6	— 0,20	23°,45	—	21919,7

Unterschied = — 127,8
= 0,58 %
der Anfangsluft.

Die Endluft enthielt:

Kohlensäure	2,21 %
Sauerstoff	17,75 %
Stickstoff	80,04 %
	100,00

Mithin:

	Normalvolumen in C. C. Kohlensäure.	Sauerstoff.	Stickstoff und Beobachtungsfehler.
Anfangsluft.	11,0	4621,2	17415,3
Endluft	484,4	3890,8	17544,5
Unterschied.	+473,4	—730,4	+129,2

Die 473,4 CC. ausgehauchter Kohlensäure wiegen = 0,938 Grm.
Die 730,4 CC. verzehrten Sauerstoffes . . . . = 1,049 Grm.
Die 129,2 CC. Stickstoffüberschuss und Beobachtungsfehler als reiner Stickstoff berechnet . . . . = 0,163 Grm.

Das Thier verlor 1,4 Grm. in 61 Minuten, folglich während 33,5 Minuten der Versuchsdauer . . . . . = 0,770 Grm.

Der Gaswechsel der Perspiration entführte 0,938 + 0,163 — 1,049 Grm. . . . . = 0,052 Grm.

Mithin ausgetretene Wasserdämpfe = 0,718 Grm.

Verhältniss des Volumens der ausgehauchten Kohlensäure zu dem des verzehrten Sauerstoffes . . = 1:1,54

Gewichtsverhältniss beider . . . . . = 1:1,12

Verhältniss des Gewichtes des Sauerstoffes zu dem des ausgeschiedenen Stickstoffes incl. der Beobachtungsfehler . . . . . = 1:0,155

Da das mittlere Körpergewicht 1898,7 Grm. und die Versuchsdauer 33,5 Minuten glichen, so erhält man

für 1 Kilogr. Thier und 1 Stunde

ausgetretene Kohlensäure . . . . . = 0,887 Grm.

verzehrten Sauerstoff . . . . . = 0,993 Grm.

Stickstoffüberschuss und Beobachtungsfehler . . . = 0,154 Grm.

ausgeschiedene Wasserdämpfe . . . . . = 0,679 Grm.

Der Durchschnittswerth von 92,5 Athemzügen in der Minute liefert endlich

für 1 Kilogr. Thier und 1 Athemzug

ausgetretene Kohlensäure . . . . . = 0,000160 Grm.

aufgenommenen Sauerstoff . . . . . = 0,000179 Grm.

Stickstoff und Beobachtungsfehler . . . . . = 0,000028 Grm.

verdunstetes Wasser . . . . . = 0,000122 Grm.

Zweiundzwanzigster Versuch.

Den 16. Junius.

Das Thier war indessen sich selbst überlassen. Es athmete weit hörbar.

9 U. 14 M. Körpergewicht = 1842,0 Grm.
9 U. 58 M. Körpergewicht = 1841,2 Grm.

Unterschied = 44 Minuten. 0,8 Grm.

Versuchsdauer von 9 U. 21 M. bis 9 U. 52 M. = 31 Minuten.

9 U. 27 M. 95
9 U. 32 M. 76
9 U. 48 M. 63
Mittel = 78,0

} Athemzüge in einer Minute.

10 U. 6 M. Wärme im Mastdarme = 38°,7 C.

Man hatte:

	Reduc. Barom. in Mm.	Unterschied des Druckes am Ende in Mm.	Wärme in C°.	In C. C. ausgedrücktes unmittelbares Volumen. Feucht.	In C. C. ausgedrücktes Normalvolumen.
Anfangsluft . .	716,04.	—	22°,15.	26300,4.	22284,2.
Endluft . . .	716,04.	—1,00.	23°,0.	—	22154,0.
				Unterschied = — 130,2.	
				= — 0,59%	

Die Endluft führte:

Kohlensäure 3,23%
Sauerstoff 16,76%
Stickstoff 80,01%
100,00

Daher:

	Normalvolumen in C. C.		
	Kohlensäure.	Sauerstoff.	Stickstoff und Beobachtungsfehler.
Anfangsluft	11,1	4670,7	17602,4
Endluft	715,6	3713,0	17725,4
Unterschied	+ 704,5	— 957,7	+ 123,0

Die 704,5 C. C. ausgeschiedener Kohlensäure wiegen:
= 1,395 Grm.
Die 957,7 C. C. verzehrten Sauerstoffes . . . . = 1,376 Grm.
Die 123,0 C. C. Stickstoff und Beobachtungsfehler geben als reiner Stickstoff berechnet . . = 0,155 Grm.
Das Thier hatte 0,8 Grm. in 44 Minuten verloren, folglich in der Versuchszeit von 31 Minuten . . = 0,564 Grm.
Der Gaswechsel der Perspiration forderte 1,395 + 0,155 — 1,376 Grm. . . . . = 0,174 Grm.

Ausgetretene Wasserdämpfe . . . = 0,390 Grm.
Volumenverhältniss der ausgetretenen Kohlensäure zum verzehrten Sauerstoff . . . . . = 1:1,36
Gewichtsverhältniss beider . . . . . = 1:0,99
Verhältniss des Gewichts des Sauerstoffes zu dem des Stickstoffüberschusses nebst den Beobachtungsfehlern . . . . . = 1:0,113

Da das mittlere Körpergewicht 1841,6 Grm., und die Versuchsdauer 31 Minuten betrugen, so findet man:

Für 1 Kilogr. Thier und eine Stunde
Ausgetretene Kohlensäure . . . . . = 1,466 Grm.
Verzehrter Sauerstoff . . . . . = 1,442 Grm.
Stickstoffüberschuss und Beobachtungsfehler . . . = 0,163 Grm.
Ausgeschiedene Wasserdämpfe . . . . . = 0,410 Grm.

Der Mittelwerth von 78,0 Athemzügen in der Minute liefert:

für 1 Kilogr. Thier und einen Athemzug:

Entleerte Kohlensäure . . . . . = 0,000313 Grm.
Aufgenommenen Sauerstoff . . . . . = 0,000308 Grm.
Stickstoff und Beobachtungsfehler . . . . . = 0,000035 Grm.
Ausgeschiedene Wasserdämpfe . . . . . = 0,000088 Grm.

Dreiundzwanzigster Versuch.

Den 17. Junius Vormittags.

Das Thier, welches indessen sich selbst überlassen worden war, athmete laut hörbar und stark rasselnd.

8 U. 57 M. Körpergewicht = 1840,4 Grm.
9 U. 47 M. Körpergewicht = 1839,8 Grm.

Unterschied = 50 Minuten. = 0,6 Grm.

Versuchsdauer von 9 U. 8 M. bis 4 U. 41 M. = 33 Minuten.

Das Thier bewegte und leckte sich viel während seines Aufenthaltes in dem Athmungsbehälter:

9 U. 14 M.	104	Athemzüge in einer Minute.
9 U. 29 M.	59	
9 U. 32 M.	56	
9 U. 31 M.	51	
Mittel =	67,5	

9 U. 56 M. Wärme im Mastdarme = 38°,8 C.

Man hatte:

	Red. Barom. in Mm.	Unterschied des Druckes am Ende in Mm.	Wärme in C°.	In C. C. ausgedrücktes unmittelbares Volumen. Feucht.	In C. C. ausgedrücktes Normalvolumen.
Anfangsluft .	713,03	—	22°,3	26302,0	22172,2
Endluft . .	713,03	0,40	23°,1	—	22066,2
				Unterschied = — 106,0	
				= — 0,48%	
				der Anfangsluft.	

Das Endgas führte:

Kohlensäure	2,30 %
Sauerstoff	17,82 %
Stickstoff	79,88 %
	100,00

Daher:

	Normalvolumen in C. C.		
	Kohlensäure.	Sauerstoff.	Stickstoff und Beobachtungsfehler.
Anfangsluft	11,1	4647,3	17513,8
Endluft	507,5	3932,2	17626,5
Unterschied	+496,4	—715,1	+112,7

Die 496,4 C. C. ausgehauchter Kohlensäure sind = 0,983 Grm.
Die 715,1 C. C. verzehrten Sauerstoffes . . . = 1,027 Grm.
Die 112,7 C. C. Stickstoffüberschuss und Beobachtungsfehler als reiner Stickstoff berechnet . . . = 0,142 Grm.
Verhältniss des Volumens der ausgeschiedenen Kohlensäure zum verzehrten Sauerstoff . . . . = 1 : 1,44.
Gewichtsverhältniss beider . . . . . = 1 : 1,04.
Verhältniss des Gewichtes des Sauerstoffes zu dem des Stickstoffes incl. der Beobachtungsfehler . = 1 : 0,139.
Das Thier verlor 0,6 Grm. in 50 Minuten, mithin während der Versuchsdauer von 33 Minuten . = 0,396 Grm.
Der Gaswechsel der Perspiration foderte 0,983 + 0,142 — 1,027 Grm. . . . . = 0,098 Grm.
Mithin abgedunstetes Wasser . . . . . = 0,298 Grm.

Da das mittlere Körpergewicht des Thieres 1840,1 Grm. und die Versuchsdauer 33 Minuten betrugen, so hat man für 1 Kilogr. Thier und 1 Stunde:

Ausgetretene Kohlensäure . . . . . = 0,972 Grm.
Verzehrten Sauerstoff . . . . . = 1,015 Grm.

Stickstoffüberschuss und Beobachtungsfehler . . . = 0,141 Grm.
Entfernte Wasserdämpfe . . . . . = 0,294 Grm.

Der Durchschnittswerth von 67,5 Athemzügen in der Minute giebt

für 1 Kilogr. Thier und einen Athemzug

Ausgeschiedene Kohlensäure . . . . . = 0,000240 Grm.
Aufgenommenen Sauerstoff . . . . . = 0,000251 Grm.
Stickstoffübersehuss und Beobachtungsfehler . . = 0,000035 Grm.
Verdunstetes Wasser . . . . . = 0,000073 Grm.

Vierundzwanzigster Versuch.

Den 17. Junius Nachmittags.

Das Thier hat Mittags viel Kohl gegessen.

3 U. 54 M. Körpergewicht . . . . . = 1959,1 Grm.
4 U. 54 M. Körpergewicht ohne die eingelegte Röhre . . . . . = 1957,5 Grm.

Untersehied = 60 Minuten = 1,6 Grm.

Zwischen 4 U. 0 M. und 4 U. 5 M. wurden eine Luftröhrenfistel angelegt, eine steife Röhre von vulkanisirtem Kautschuk in die Trachea eingebunden und längere Stücke aus dem Halstheile der beiden herumsehweifenden Nerven gesehnitten. Das Thier verlor dabei eine unbedeutende Blutmenge.

Versuchsdauer von 4 U. 15 M. bis 4 U. 49 M. = 34 Minuten.

4 U. 19 M.	67	Athemzüge in einer Minute.
4 U. 32 M.	64	
4 U. 44 M.	32	
4 U. 45 M.	32	
Mittel =	48,75	

Man hatte

	Reduc. Barom. in Mm.	Unterschied des Druckes am Ende in Mm.	Wärme in C°.	In C. C. ausgedrücktes unmittelbares Volumen. Feucht.	In C. C. ausgedrücktes Normalvolumen.
Anfangsluft .	713,18	—	22°,1	26183,3	22098,8
Endluft . .	713,18	2,80	22°,4	—	21920,2

Unterschied = — 178,6

= — 0,81 %

der Anfangsluft.

Das Endgas enthielt:

Kohlensäure	2,38%
Sauerstoff	17,04%
Stickstoff	80,58%
	100,00

Daher:

	Normalvolumen in C. C. Kohlensäure.	Sauerstoff.	Stickstoff und Beobachtungsfehler.
Anfangsluft	11,0	4632,0	17455,8
Endluft	521,7	3735,2	17663,3
Unterschied	+510,7	—896,8	+207,5

Die 510,7 C. C. ausgeschiedener Kohlensäure wiegen = 1,011 Grm.

Die 896,8 C. C. aufgenommenen Sauerstoffes . = 1,288 Grm.

Die 207,5 C. C. Stickstoff und Beobachtungsfehler als reiner Stickstoff berechnet . . . . . = 0,262 Grm.

Da der Blutverlust und die Operation eine grössere Abnahme des Körpergewichtes als die Ruhe während des Aufenthaltes im Athmungsapparate erzeugten, so würde die Berechnung der ausgetrete-

nen Wasserdämpfe zu grosse Werthe geben. Ich habe daher hier lieber die Bestimmung gänzlich hinweggelassen.

Volumenverhältniss der ausgeschiedenen Kohlensäure zu dem verzehrten Sauerstoff . . . . . = 1 : 1,76

Gewichtsverhältniss beider . . . . . = 1 : 1,27

Verhältniss des Gewichtes des aufgenommenen Sauerstoffes zu dem des Stickstoffüberschusses (incl. Beobachtungsfehler) . . . . . = 1 : 0,203

Da das mittlere Körpergewicht 1958,3 Grm. und die Versuchsdauer 34 Minuten betrugen, so findet man

für 1 Kilogr. Thier und 1 Stunde

Ausgehauchte Kohlensäure . . . . . = 1,147 Grm.

Verzehrter Sauerstoff . . . . . = 1,461 Grm.

Stickstoffüberschuss und Beobachtungsfehler . . . = 0,297 Grm.

Die Mittelgrösse von 48,75 Athemzügen in der Minute liefert:

für 1 Kilogr. Thier und einen Athemzug

Ausgetretene Kohlensäure . . . . . = 0,000392 Grm.

Verzehrter Sauerstoff . . . . . = 0,000500 Grm.

Stickstoffüberschuss und Beobachtungsfehler . . = 0,000102 Grm.

Man fand noch

5 U. 1 M. . . 78 Athemzüge, während das Thier frei stand, aber etwas geängstigt war. Die Rasseltöne der Athembewegungen hatten übrigens schon seit der Anlegung der Luftröhrenfistel aufgehört.

5 U. 2 M. Wärme im Mastdarme = 38°,2 C.

Das Thier wurde am anderen Morgen um 7½ Uhr todt gefunden. Die Section lehrte, dass die eingebundene Röhre durch Schleim verstopft war, so dass wahrscheinlich das Kaninchen an Erstickung und vermuthlich früher, als ohne diesen Nebenumstand zu Grunde gegangen war. Da es übrigens schon am Morgen einen hohen Grad

von Todtenstarre darbot, so lässt sich annehmen, dass es in der ersten Hälfte der Nacht zu Grunde gegangen.

Alle drei Hauptlappen der linken Lunge hatten die gewöhnliche gelbe Farbe und schienen nur etwas stärker injicirt. Die beiden Lappen der linken Lunge besassen eine weit dunklere bräunlich gelbe Färbung. Einzelne Stellen des unteren Lappens zeichneten sich durch den dunkleren Ton ihrer braunen Farbe aus. Alle Lungenabtheilungen liessen sich leicht und vollständig aufblasen.

Das Thier ergab den 18. Junius 9 U. 13 M. Körpergewicht = 1787,0 Grm.

Es hatte daher 170,5 Grm. durch die Perspiration und die reichliche Koth- und Harnentleerung seit 4 U. 54 M. des vorhergehenden Tages verloren. Man fand:

Inhalt des Mastdarmes . . .	=	119,8 Grm.
desgl. des Dünndarmes . . .	=	45,0 Grm.
desgl. des Dickdarmes . . .	=	94.3 Grm.
Die Kothballen des Mastdarmes	=	1,5 Grm.
Der noch in der Harnblase enthaltene Urin	=	96,2 Grm.
		356,8 Grm.

Die Inhaltsmassen der Verdauungswerkzeuge und der Harnblase betrugen also $^1/_5$ des Nettogewichtes des Leichnams. Bedenkt man, dass der kleinste Theil des Deficit von 170,5 Grm. auf die Perspiration kam, so ergibt sich, dass das Bruttogewicht des Thieres, das Tags vorher reichlich gegessen hatte, um ungefähr $^1/_4$ grösser, als das Nettogewicht desselben war.

Vierte Versuchsreihe.

Junges weibliches Kaninchen.

Den 18. Junius.

Herr Schiff hatte die beiden herumschweifenden Nerven nebst dem Recurrens und dem Halsstamme des Sympathicus der linken Seite den 17. Junius Abends um 5 U. 50 M. durchschnitten.

Den 18. Junius Morgens 8 U. 59 M. Körpergewicht = 567,1 Grm.

Versuchsdauer von 9 U. 1 M. bis 9 U. 58½ M. = 57,5 Min.

Das Thier hatte nach Schiff vor der Vagusdurchschneidung sehr rasch geathmet. Es lieferte nach ihm 76 Athemzüge unmittelbar nach der Operation. Man fand während der Versuchszeit

9 U. 6 M.	. . . .	30
9 U. 23 M.	. . . .	28
9 U. 34 M.	. . . .	28
9 U. 47 M.	. . . .	26
	Mittel =	28,0

Athemzüge in einer Minute.

Das Thier athmete in weit hörbaren Rasseltönen. Es schob den Kopf bei dem Einathmen vor, öffnete die Mundspalte und zog die oberen Umgebungen der Nasenlöcher in die Höhe. Die Ohren waren auffallend blau gefärbt. Das Kaninchen hatte sich während des grössten Theiles der Versuchsdauer ziemlich ruhig verhalten und sich nur von Zeit zu Zeit umgewendet. Es stellte sich um 9 U. 54 M. auf und wiederholte dieses später mehrere Male. Es lebte noch um 9 U. 58½ M., als die letzte Abtheilung von Quecksilber aus der Abzugsröhre gelaufen war. Es bekam dagegen um 9 U. 59 M. unmittelbar nach der Oeffnung des Deckels des Athmungsbehälters Krämpfe und verschied sogleich. Da später noch Urin abging, so konnte das Körpergewicht nach dem Schlusse des Versuches nicht so genau bestimmt werden, dass sich sichere Folgerungen über die Abnahme desselben während der Versuchsdauer und die Mengen der ausgetretenen Wasserdämpfe entnehmen liessen.

10 U. 2 M. Wärme im Mastdarme = 34°,4 C.

Man hatte:

	Red. Barom. in Mm.	Unterschied des Druckes am Ende in Mm.	Wärme in C°.	In C. C. ausgedrückt: ursprüngliches Volumen. Feucht.	In C. C. ausgedrückt: Normalvolumen.
Anfangsluft .	712,71	—	20°,25	27575,3	23475,0
Endluft . .	712,71	0,80	20°,70	—	23395,8
				Unterschied = — 79,2	
				= — 0,34%	
				der Anfangsluft.	

Die Endluft führte:

Kohlensäure	1,33%
Sauerstoff	18,93%
Stickstoff	79,74%
	100,00

Daher:

	Normalvolumen in C. C.		
	Kohlensäure.	Sauerstoff.	Stickstoff und Beobachtungsfehler.
Anfangsluft	11,7	4920,3	18543,0
Endluft	311,2	4428,8	18655,8
Unterschied	+299,5	—491,5	+112,8

Die 299,5 C. C. ausgeschiedener Kohlensäure wiegen = 0,593 Grm.

Die 491,5 C. C. verzehrten Sauerstoffes . . . = 0,706 Grm.

Die 112,8 C. C. Stickstoffüberschuss und Beobachtungsfehler geben als reinen Stickstoff betrachtet = 0,142 Grm.

Volumenverhältniss der ausgeschiedenen Kohlensäure zum verbrauchten Sauerstoff . . . . . = 1 : 1,64.
Gewichtsverhältniss beider . . . . . = 1 : 1,19.
Verhältniss des Gewichtes des Sauerstoffes zu dem des Stickstoffüberschusses (incl. Beobachtungsfehler) . . . . . = 0,203 Grm.

Da das Körpergewicht 567,1 Grm. und die Versuchsdauer 57,5 Minuten betrugen, so hat man

für 1 Kilogr. Thier und 1 Stunde

Ausgeschiedene Kohlensäure . . . . . = 1,073 Grm.
Verzehrter Sauerstoff . . . . . = 1,277 Grm.
Stickstoffüberschuss und Beobachtungsfehler . . . = 0,257 Grm.

Der Durchschnittswerth von 28,0 Athemzügen in der Minute giebt:

für 1 Kilogr. Thier und einen Athemzug

Ausgehauchte Kohlensäure . . . . . = 0,000639 Grm.
Verzehrter Sauerstoff . . . . . = 0,000760 Grm.
Stickstoffüberschuss und Beobachtungsfehler . . = 0,000153 Grm.

Der Leichnahm des Thieres führte:

Inhalt des Magens . . . . . 36,0 Grm.
desgl. des Dünndarms . . . . . 12,3 Grm.
desgl. des Dickdarms . . . . . 54,1 Grm.
desgl. der Harnblase . . . . . 1,3 Grm.

103,7 Grm.

Die fremden Inhaltsmassen betrugen also hier wiederum $\frac{1}{5}$ bis $\frac{1}{6}$ des Bruttogewichtes.

---

§. 3. Uebersicht der Hauptwerthe.

Wir wollen nun zunächst die Hauptwerthe, welche diese 25 Analysen geliefert haben, übersichtlich zusammenstellen. Die erste

Tabelle enthält die vorzüglichsten an und für sich interessirenden Grössen und die Zahlen, aus denen sich unmittelbar andere bemerkenswerthe Data berechnen lassen, nach den Einzelversuchen der Reihe nach verzeichnet. Die zweite Tabelle giebt die hauptsächlichsten Mittelgrössen, wie sie den verschiedenen Zuständen entsprechen. Die Normen, die wir sogleich kennen lernen werden, drücken sich hier meistentheils noch unmittelbarer und schärfer, als in der ersten Tabelle aus.

Wir wollen nun den Normalzustand der Thiere und unmittelbar darauf den Erfolg der doppelten Vagusdurchschneidung betrachten. Die Gründe, wesshalb wir die Prüfung der Wirkungen der Verwundung, der einseitigen Vagusdurchschneidung und der Trennung der zurücklaufenden Aeste der herumschweifenden Nerven später anreihen, werden sich aus den Schlussfolgerungen, die sich aus diesen Erfahrungen ziehen lassen, von selbst ergeben.

§. 4. Normalzustand der Thiere.

Das Verfahren, dessen sich Regnault und Reiset in ihren Versuchen bedienten, hat den Vortheil, dass die grösste Menge der von dem Thiere ausgehauchten Kohlensäure möglichst rasch entfernt wird. Das zur Beobachtung dienende Geschöpf athmet aber auch hier in keiner kohlensäurefreien Atmosphäre. Die Endluft führt immer beträchtlich mehr Kohlensäure, als die Atmosphäre. Halten wir uns z. B. an die uns hier beschäftigenden Kaninchen, so enthält sie 0,15% in dem 17., 0,88% in dem 26., 1,07% in dem 23., 1,10% in dem 16., 1,28% in dem 20., 1,35% in dem 21., 1,59% in dem 18., 1,82% in dem 24., 2,37% in dem 25. und 7,08% in dem 22. Versuche. [1])

Bleibt die Athmungsluft, wie in dem von mir befolgten Verfahren, ungeändert, so schwängert sie sich natürlich um so mehr mit Kohlensäure, je länger der Versuch anhält. Die Procente, die man

1) V. Regnault et de Reiset Recherches chimiques sur la respiration des animaux de diverses classes. Paris 1849. 8. p. 106 — 115.

am Schlusse findet, hängen von dem Verhältnisse des Volumens des Thieres zu dem der Athmungsluft, der Versuchsdauer und der Intensität der Athmung ab. Ich hatte verhältnissmässig grössere Kaninchen und liess sie immer über eine Stunde in dem Athmungsbehälter in den beiden ersten Versuchsreihen. Die Kohlensäurewerthe der Endluft lagen hier zwischen 2,26% und 5,69%. Ich wechselte mit den Grössen der Versuchszeiten in der dritten Beobachtungsreihe. Die halbstündigen Untersuchungen gaben 2,21% bis 3,98%, die $^2/_3$stündige 2,71% und der einstündige 5,88%. Der letzte (25ste) Versuch endlich hatte nur 1,33% trotz seiner fast einstündigen Dauer, weil das Thier ein verhältnissmässig kleines Volumen besass und die beiden herumschweifenden Nerven durchschnitten waren. Man sieht hieraus, dass im Allgemeinen die Endluft mehr Kohlensäure in meinen Versuchen, als in denen von Regnault und Reiset enthielt. Sie erreichte aber das Maximum der letzteren Forscher in keinem Einzelfalle.

Die genannten Beobachter geben an, dass sich ihre Thiere in dem 45 Liter fassenden Athmungsbehälter wohl befanden und die ihnen hinzugefügte Nahrung verzehrten. Ich könnte das Gleiche für meine Untersuchungen wiederholen. Stieg auch der Kohlensäuregehalt der Endluft auf mehr als 5%, so bewegten sich doch die Kaninchen, wie gewöhnlich, leckten und putzten sich hin und wieder und benahmen sich im Ganzen so, dass der Laie das vollständigste Wohlbefinden angenommen hätte.

Eine aufmerksamere Untersuchung lehrt aber, dass sich die Athmungsmechanik ändert, so wie die Luft nur irgend mehr als ungefähr 1 oder 2% Kohlensäure enthält. Die einer Zeiteinheit entsprechende Anzahl der Athemzüge gesunder Thiere nimmt meist mit der Dauer des Aufenthaltes in dem geschlossenen Raume ab. Der 18. und der 20. Versuch können jedoch auch zeigen, dass Ausnahmen von dieser Regel vorkommen. Man hat immer deutlicher eine Athmungsform, bei der sich die Bauchmuskeln stärker betheiligen und die Athemzüge tiefer und seltener werden. Obgleich mir die Einflüsse, welche dieser Umstand auf die Athmungserzeugnisse aus-

übt, aus früheren an Menschen und Thieren angestellten Beobachtungen bekannt waren, so wechselte ich doch in den uns hier beschäftigenden Untersuchungen die Zeitgrössen des Aufenthaltes, um einen desto sichereren Ausgangspunkt für die ferneren Schlüsse zu gewinnen. Nr. 17, 18, 19, 20 wurden der Beurtheilung dieser Vorfrage gewidmet.

Die Untersuchungen, die Vierordt über das gehemmte Athmen anstellte, haben die auch von theoretisch physikalischer Seite gestützte Thatsache nachgewiesen, dass um so weniger Kohlensäure in einer Zeiteinheit austritt, je reichlichere Mengen dieses Gases in der Lungenluft enthalten sind. Die Beobachtungen, die ich über das drückende und das gehemmte Athmen des Menschen [1]) machte, bestätigen diese Norm ebenfalls. Man sollte daher glauben, dass die Mengen der frei werdenden Kohlensäure um so mehr sinken werden, je längere Zeit das Thier in einem geschlossenen Raume athmet. Die dritte Versuchsreihe widerspricht aber dieser Vermuthung in entschiedener Weise. Halten wir uns an die vier Beobachtungen Nr. 17, 18, 19, 20.), die an dem noch gesunden Kaninchen angestellt wurden, so haben wir:

Versuchsnummer.	Versuchsdauer in Minuten.	Zahl der Athemzüge in der Minute.			Kohlensäureprocente der Endluft.	Kohlensäure in Grm.	
		Maximum.	Minimum.	Mittel.		Für 1 Kilogr. Thier und 1 Stunde.	Für 1 Kilogr. Thier und einen Athemzug.
20.	31,5	108	83	90	3,98	1,692	0,000301
17.	32,5	103	93	96,3	2,34	0,997	0,000173
18.	42,5	92	99	94,7	2,71	0,886	0,000156
19.	62,0	100	72	85,0	5,88	1,266	0,000248

1) Lehrbuch der Physiologie. Zweite Auflage. Bd. I. Braunschweig 1847. 8. S. 579.

Erste Tabelle.

Gesammt-Übersicht

der einzelnen Hauptwerthe.

Beobachtungsreihe.	Nummer des Versuches.	Zustand des Thieres.	Anfängliches Körpergewicht in Grm.	Abnahme des Körpergewichts während der Versuchszeit in Grm.	Versuchs-Dauer in Minuten.	Mittlere Zahl der Athemzüge in der Minute.	Wärme im Mastdarme in Celsiusgraden.	Volumenprocente der Endluft.			Anfängliches Normalvolumen der Athemluft in C.C.	Volumenwechsel der Athemluft in Procenten der Anfangsluft.	Verhältniss			Auf 1 Kilogr. Thier und 1 Stunde kommende Menge in Grm.				Auf 1 Kilogr. Thier und einen Athemzug kommende mittlere Menge in Grm.			
								Kohlensäure.	Sauerstoff.	Stickstoff.			des Volumens der ausgeschiedenen Kohlensäure zu dem des verzehrten Sauerstoffes.	des Gewichtes der Kohlensäure zu dem des Sauerstoffes.	des Gewichtes des Sauerstoffes zu dem des Stickstoffes nebst den Beobachtungsfehlern.	Ausgetretene Kohlensäure.	Aufgenommener Sauerstoff.	Stickstoff und Beobachtungsfehler	Entfernte Wasserdämpfe.	Ausgeschiedene Kohlensäure.	Verzehrter Sauerstoff.	Stickstoff und Beobachtungsfehler.	Entfernte Wasserdämpfe.
Erste. (männliches Kaninchen.)	1	Gesund.	1884,1	—	66,0	92,4	—	4,75	15,31	79,94	21956,7	—1,20	1 : 1,26	1 : 0,91	—	0,974	0,887	—	—	0,000176	0,000160	—	—
	2		1773,2	—	61,0	92,5	—	4,84	15,45	79,71	22266,1	—0,23	: 1,16	1 : 0,84	1 : 0,084	1,169	0,984	0,083	—	0,000211	0,000170	0,000015	—
	3		1816,2	1,625	65,0	76,3	—	5,43	15,10	79,47	22363,2	—0,50	1 : 1,11	1 : 0,84	1 : 0,013	1,206	0,969	0,012	0,578	0,000263	0,000212	0,000003	0,000126
	4	Die Halswunde angelegt.	1756,2	1,976	61,0	89,75	39°,2	4,92	15,32	79,76	22562,4	—0,96	1 : 1,15	1 : 0,87	—	1,208	1,051	—	1,108	0,000224	0,000195	—	0,000206
	5		1833,6	2,738	63,0	—	38°,5	5,61	14,42	79,47	22526,1	—0,92	1 : 1,21	1 : 0,88	1 : 0,032	1,278	1,122	0,036	1,424	—	—	—	—
	6	Nach der Durchschneidung des rechten Vagus.	1775,1	1,604	63,0	85,83	37°,5	3,88	15,58	80,54	22786,7	—0,72	1 : 1,45	1 : 1,05	1 : 0,150	0,921	0,966	0,144	0,861	0,000179	0,000188	0,000028	0,000167
	7		1827,3	1,476	62,5	82,67	38°,6	5,69	14,33	79,98	22595,6	—0,46	1 : 1,19	1 : 0,87	1 : 0,084	1,321	1,141	0,094	0,776	0,000266	0,000230	0,000019	0,000159
	8		1722,1	0,833	62,5	23,0	38°,8	5,02	13,56	81,42	22518,5	—1,80	1 : 1,57	1 : 1,14	1 : 0,111	1,214	1,379	0,153	0,477	0,000880	0,000999	0,000111	0,000345
	9	Nach der Trennung beider Vagi.	1717,1	1,364	63,5	16,4	37°,4	4,17	14,77	81,06	22536,1	—0,97	1 : 1,55	1 : 1,13	1 : 0,178	1,002	1,129	0,201	0,677	0,001019	0,001149	0,000204	0,000688
	10		1711,1	1,457	66	26,36	33°,1	3,73	15,06	81,21	22757,2	—1,06	1 : 1,68	1 : 1,21	1 : 0,197	0,872	1,053	0.207	0,748	0,000551	0,000666	0,000131	0,000473
Zweite. (männliches Kaninchen.)	11		1410,2	0,691	63,5	73,7	37°,8	3,52	16,70	79,78	22821,9	—0,60	1 : 1,26	1 : 0,92	1 : 0,063	1,045	0,958	0,060	0,316	0,000236	0,000217	0,000014	0,000071
	12	Gesund.	1381,2	1,008	60,5	71,5	37°,8	4,74	16,06	79,20	23027,5	—0,82	1 : 1,08	1 : 0,78	1 : 0,076	1,524	1,195	0,090	0,305	0,000355	0,000279	0,000021	0,000071
	13	Tags vorher der rechte Vagus durchschnitten.	1428,4	0,974	62,5	78,7	37°,8	5,10	14,58	80,32	22801,5	—1,31	1 : 1,32	1 : 0,96	1 : 0,037	1,513	1,447	0,054	0,584	0,000320	0,000306	0,000011	0,000124
	14		1389,0	0,777	63,0	25,1	36°,7	2,96	15,71	81,33	22815,9	—0,94	1 : 1,87	1 : 1,36	1 : 0,349	0,893	1,213	0,312	0,542	0,000593	0,000804	0,000207	0,000360
	15	Nach der Trennung beider Vagi.	1378,6	1,921	62,0	28,6	37°,3	3,97	15,53	80,50	22526,3	—0,07	1 : 1,39	1 : 1,01	1 : 0,235	1,228	1,237	0,290	1,069	0,000716	0,000721	0,000170	0,000623
	16		1339,2	1,819	61,5	22,5	35°,9	2,26	17,10	80,64	22243,6	—1,03	1 : 1,85	1 : 1,34	1 : 0,179	0,734	0,984	0,175	1,400	0,000544	0,000728	0,000130	0,000037
	17		1842,0	0,325	32,5	96,3	38°,6	2,34	18,12	79,54	22102,3	—0,71	1 : 1,30	1 : 0,95	1 : —0,0048	0,997	0,945	0,0047	0,279	0,000173	0,000164	0,0000008	0,000047
	18		1837,6	0,409	42,5	94,7	39°,0	2,71	17,05	80,24	22138,7	—1,09	1 : 1,56	1 : 1,13	1 : 0,081	0,886	1,001	0,081	0,348	0,000156	0,000176	0,000014	0,000061
Dritte. (männliches Kaninchen.)	19	Gesund.	1925,0	0,897	62,0	85,0	38°,6	5,88	14,12	80,00	21970,7	—0,73	1 : 1,20	1 : 0,87	1 : 0,055	1,266	1,102	0,060	0,227	0,000248	0,000216	0,000012	0,000045
	20		1904,2	0,693	31,5	93,38	39°,7	3,98	16,44	79,58	21820,1	—0,39	1 : 1,17	1 : 0,85	1 : 0,053	1,692	1,438	0,076	0,361	0,000301	0,000255	0,000014	0,000064
	21		1899,4	0,718	33,5	92,5	38°,7	2,21	17,75	80,04	22047,5	—0,58	1 : 1,54	1 : 1,12	1 : 0,155	0,887	0,993	0,154	0,679	0,000160	0,000179	0,000028	0,000122
	22	Nach der Durchschneidung der beiden Recurrentes.	1842,0	0,390	31,0	78,0	38°,7	3,23	16,76	80,01	22284,2	—0,59	1 : 1,36	1 : 0,99	1 : 0,113	1,466	1,442	0,163	0,410	0,000313	0,000308	0,000035	0,000088
	23		1840,4	0,298	33,0	67,5	38°,8	2,30	17,82	79,88	22172,2	—0,48	1 : 1,44	1 : 1,04	1 : 0,139	0,972	1,015	0,141	0,294	0,000240	0,000251	0,000035	0,000073
	24	Nach der Trennung der beiden Vagi u. der Anlegung einer Luftröhrenfistel.	1959,1	—	34,0	48,75	38°,2	2,38	17,04	80,58	22098,8	—0,81	1 : 1.76	1 : 1,27	1 : 0,203	1,147	1,461	0,297	—	0,000392	0,000500	0,000102	—
Vierte. (weibliches Kaninchen.)	25	Tags vorher die beiden herumschweifenden Nerven durchschnitten.	567,1	—	57,5	28,0	34°4	1,33	18,93	79,74	23475,0	—0,34	1 : 1,64	1 : 1.19	1 : 0,203	1,073	1,277	0,257	—	0,000639	0,000760	0,000153	—

Zweite Tabelle.

Mittelwerthe

der entsprechenden Beobachtungsgruppen.

Beobachtungsreihe.	Zustand und Versuchsnummern.	Mittlere Zahl der Athemzüge in der Minute.	Wärme im Mastdarme in Celsiusgraden.	Verhältniss der Volumina der ausgeschiedenen Kohlensäure und des verzehrten Sauerstoffes.	Verhältniss des Gewichtes der Kohlensäure zu dem des Sauerstoffes.	Verhältniss des Sauerstoffes zu dem Stickstoffüberschusse nebst den Beobachtungsfehlern.	Auf 1 Kilogr. Thier und eine Stunde kommende Menge in Grm. Kohlensäure.	Sauerstoff.	Stickstoff und Beobachtungsfehler.	Entfernte Wasserdämpfe.	Auf 1 Kilogr. Thier und einen Athemzug kommende Durchschnitts-Menge in Grm. Kohlensäure.	Sauerstoff.	Stickstoff und Beobachtungsfehler.	Entfernte Wasserdämpfe.
Erste.	Gesund. Nr. 1. 2. 3.	87,07	—	1 : 1,18	1 : 0,86	1 : 0,049	1,116	0,947	0,048	0,578	0,000217	0,000183	0,000009	0,000126
	Nach Anlegung der Halswunde. Nr. 4. 5.	89,75	38°,9	1 : 1,18	1 : 0,88	1 : 0,032	1,243	1,087	0,036	1,424	0,000224	0,000195	—	0,000206
	Reehter Vagus durchschnitten. Nr. 6. 7.	84,25	38°,1	1 : 1,32	1 : 0,96	1 : 0,067	1,121	1,054	0,119	0,819	0,000223	0,000209	0,000024	0,000163
	Beide Vagi durchschnitten. Nr. 8. 9. 10.	22,57	36°,4	1 : 1,60	1 : 1,16	1 : 0,160	1,029	1,187	0,187	0,634	0,000817	0,000938	0,000149	0,000502
Zweite.	Gesund. Nr. 11. 12.	72,6	37°,8	1 : 1,17	1 : 0,85	1 : 0,070	1,385	1,077	0,075	0,311	0,000296	0,000248	0,000018	0,000071
	Tags zuvor den reehten Vagus durchschnitten. Nr. 13.	78,7	37°,8	1 : 1,32	1 : 0,96	1 : 0,037	1,513	1,477	0,054	0,584	0,000320	0,000306	0,000011	0,000124
	Trennung beider Vagi. Nr. 14. 15. 16.	25,4	36°,6	1 : 1,70	1 : 1,24	1 : 0,254	0,952	1,145	0,259	1,004	0,000618	0,000751	0,000169	,000673
Dritte.	Gesund. Nr. 17. 18. 19. 20.	92,46	39°,0	1 : 1,31	1 : 0,95	1 : 0,048	1,185	1,122	0,055	0,304	0,000220	0,000203	0,000012	0,000054
	Beide Recurrentes durchschnitten. Nr. 21. 22. 23.	79,3	38°,7	1 : 1,45	1 : 1,05	1 : 0,136	1.108	1,150	0,153	0,461	0,000238	0,000246	0,000033	0,000098
	Luftröhren-Fistel angelegt und beide Vagi getrennt. Nr. 24.	48,75	38,°2	1 : 1,76	1 : 1,27	1 : 0,203	1,147	1,461	0,297	—	0,000392	0,000500	0,000102	—
Vierte.	Die beiden herumschweifenden Nerven Tags vorher durchschnitten. Nr. 25.	28,00	34,°4	1 : 1,64	1 : 1,19	1 : 0,203	1,073	1,277	0,257	—	0,000639	0,000760	0,000153	—

Die unregelmässigen Beziehungen der Kohlensäurewerthe zu den Versuchszeiten lehren, dass andere Bestimmungsglieder wesentlicher durchgreifen, als jener immer wachsende Kohlensäuregehalt der Einathmungsluft. Die Art der Athmung, die Körperbewegungen und das augenblickliche Bruttogewicht führen hier zu den beträchtlichsten Schwankungen.

Die Beobachtungen, die ich über das drückende Athmen des Menschen anstellte, nöthigten zu dem Schlusse, dass verhältnissmässig mehr Sauerstoff bei dieser Athmungsform aufgenommen wird, als bei der gewöhnlichen ruhigen Athmung. Der gleiche Satz kehrte für das Athmen in geschlossenem Raume in den Untersuchungen, die Erlach und ich über die Perspiration der Thiere anstellten, häufig wieder. Die oben angeführten Erfahrungen können diese Thatsache ebenfalls bekräftigen. Wir haben z. B.

Versuchsnummer.	Versuchsdauer in Minuten.	Volumenverhältniss der ausgeschiedenen Kohlensäure zum verzehrten Sauerstoff.
20	31,5	1 : 1,17
17	32,5	1 : 1,30
18	42,5	1 : 1,56
19	62,0	1 : 1,20

Nur der 19. Versuch macht eine Ausnahme von der angeführten Hauptregel. Dass sie übrigens leicht durch Nebenverhältnisse verdeckt wird, lässt sich auch aus dem dritten und dem zwölften Versuche entnehmen. Die Beobachtungen Nr. 1, Nr. 11 und Nr. 13 liefern dagegen wieder ziemlich hohe Verhältnisszahlen für den aufgenommenen Sauerstoff.

Ich habe schon an einem anderen Orte bemerkt [1]), dass die Kohlensäure- und die Sauerstoffwerthe, welche Erlach und ich für das Ath-

1) Grundriss der Physiologie. Vierte Auflage. S. 251.

men im geschlossenen Raume erhielten, von denen von Regnault und Reiset nicht wesentlich abweichen. Dasselbe gilt von den oben beschriebenen Perspirationsversuchen. Man hat für die Kaninchen:

Körpergewicht in Grm.	Auf 1 Kilogr. Thier und 1 Stunde kommende Menge in Grm.		Beobachter.
	Ausgeschiedene Kohlensäure.	Verzehrter Sauerstoff.	
2755 bis 4140 Grm.	0,680 bis 1,243	0,735 bis 0,987	Regnault und Reiset.
Drei Kaninchen von 6940 Grm., also ein Durchschnitt eines von 2313 Grm.	1,399.	1,039	
Kaninchen von 1381,2 Grm. bis 1428,4 Grm.	1,045 bis 1,524	0,958 bis 1,195	Nr. 1, 2 u. 3 der obigen Versuche.
Kaninchen von 1773,2 Grm. bis 1816,2 Grm.	0,974 bis 1,206	0,887 bis 0,984	Nr. 11 u. 12.
Kaninchen von 1837,6 Grm. bis 1925,0 Grm.	0,886 bis 1,692	0,945 bis 1,438	Nr. 17, 18, 19, 20.

Berechnet man die Mittelwerthe der zu den ersten drei Versuchsreihen gebrauchten Kaninchen, so findet man in dieser Beziehung:

Versuchs-Nummer.	Mittleres Körpergewicht in Grm.	Mittelzahl der Athemzüge in der Minute.	Durchschnittsgrösse der auf 1 Kilogr. Thier und 1 Stunde kommenden Menge in Grm.		Durchschnittsgrösse des Verhältnisses der ausgeschiedenen Kohlensäure zum verzehrten Sauerstoff.	
			Ausgehauchte Kohlensäure.	Verzehrter Sauerstoff.	dem Volumen nach.	dem Gewichte nach.
Nr. 11 u. 12.	1395,7	72,6	1,385	1,077	1 : 1,17	1 : 0,85
Nr. 1, 2 u. 3.	1824,5	87,07	1,116	0,947	1 : 1,18	1 : 0,86
Nr. 17, 18, 19 u. 20.	1877,2	92,46	1,185	1,122	1 : 1,31	1 : 0,95
Gesammt-Mittel =	1752,6	86,25	1,206	1,053	1 : 1,23	1 : 0,90
Mittel der beiden ersten Beobachtungsreihen =	1653,0	81,28	1,224	0,999	1 : 1,176	0,856

Die zuletzt angeführten Mittelzahlen scheinen sich den dem vollkommenen Normalzustande entsprechenden Grössen mehr anzunähern, als das Gesammtmittel der drei Versuchsreihen, weil die bald zu erwähnenden abweichenden Verhältnisse des 18. und des 20. Versuches auf die Endwerthe merklich einwirkten. Die Durchschnittsgrössen des Volumens und der Gewichtsverhältnisse der ausgeschiedenen Kohlensäure und des verzehrten Sauerstoffes stimmen übrigens in den beiden ersten Versuchsreihen mit den Werthen, die Brunner und ich für das ruhige Athmen des Menschen und Erlach und ich für das vieler Thiere erhalten haben.

Tödtet man das Kaninchen nicht unmittelbar nach dem Versuche, so kann man natürlich die auf 1 Kilogr. und 1 Stunde kommenden Zahlen nur für das Bruttogewicht bestimmen. Die Vergleichungen, die ich am Ende der einzelnen Versuchsreihen anstellte, lehren aber, dass die so gefundenen Grössen von den wahren auf das Nettogewicht zu beziehenden wesentlich abweichen. Wir haben

Kaninchen.	In Grm. ausgedrückt		Unterschied des Brutto- und Netto-Gewichtes	
	Brutto-Gewicht.	Netto-Gewicht.	absoluter in Grm.	in Procenten des Brutto-Gewichtes.
Erstes . .	1709,4	1467,2	242,2	14,2
Zweites . .	1330,0	1191,0	139,0	10,5
Drittes . .	1957,5	1430,0	527,5	26,9
Viertes . .	567,1	463,4	103,7	18,3
			Mittel =	17,5

Das dritte Kaninchen hatte kürzere Zeit vor dem Tode sehr viel, das zweite dagegen fast gar nichts gegessen, so dass die beiden Grössen von 10,5% und 26,9% den Grenzwerthen annähernd entsprechen dürften. Man kann aber die Durchschnittsgrössen von 17,5% oder $^7/_{40}$ als den ungefähren Coefficienten ansehen, um die

man die für 1 Kilogr. Kaninchen und 1 Stunde berechneten Mengen der ausgeschiedenen Kohlensäure und des verzehrten Sauerstoffes erhöhen müsste, um die wahren auf die mittleren Nettogewichte bezogenen Grössen zu erhalten. Man fände hiernach:

	Für 1 Kilogr. Nettogewicht des Kaninchens und 1 Stunde bestimmte Menge in Grm.	
	Ausgeschiedene Kohlensäure.	Verzehrter Sauerstoff.
Gesammtmittel aller drei Beobachtungsreihen . .	1,404	1,237
Mittel der beiden ersten Versuchsreihen . . .	1,438	1,174

Diese höheren Werthe entsprechen auch eher den kleinen Volumengrössen der Kaninchen, indem Thiere von geringerem Umfange und daher verhältnissmässig grosser Abkühlungsfläche mehr Sauerstoff aufnehmen und mehr Kohlensäure frei machen.

Die Einflüsse, welche die Nahrungseinnahme oder das Fasten auf die Mengen der ausgeschiedenen Kohlensäure und des verzehrten Sauerstoffes ausübt, geben sich in den Perspirationsversuchen nicht unmittelbar kund, weil die Mechanik des Athmens ein wesentliches Bedingungsglied des Endresultates bildet. Man ist daher auch einer grossen Reihe von Täuschungen ausgesetzt, wenn man die analytischen Ergebnisse der Perspirationsluft auf die Ernährungszustände ohne Weiteres bezieht. Die Geschichte der Wissenschaft lehrt desshalb, dass fast jeder spätere Forscher zu anderen Einzelschlüssen als die Vorgänger gelangte, weil eben die Mechanik der Athmung unberücksichtigt geblieben. Die Wahrheit dieser Anschauungsweise erhellt auch aus den hier mitgetheilten Untersuchungen über den Gaswechsel der gesunden Kaninchen.

Man pflegt ohne Weiteres anzunehmen, dass hungernde Thiere weniger Kohlensäure abgeben und geringere Mengen von Sauerstoff

aufnehmen, als Geschöpfe von gewöhnlichen mittleren Ernährungszuständen. Die reichliche Zufuhr von Speisen soll jene beiden Grössen des Gaswechsels sichtlich erhöhen. So wahr auch diese Aussprüche im Allgemeinen sein mögen, so oft bestätigten sie sich nicht in den einzelnen Perspirationsversuchen, weil die Nebenverhältnisse einen grösseren Einfluss, als jene Ernährungszustände ausüben. Die geringeren Kohlensäure- und Sauerstoffmengen der Thiere, die lange gefastet haben, mögen vielleicht zum Theil in der Beschaffenheit der Blutmasse begründet sein. Ein nicht zu übersehender Grund liegt aber auch darin, dass sich die Thiere weniger bewegen und ihre Athemzüge minder ergiebig ausfallen. Greifen diese Bedingungen nicht ein, ist ein noch nicht ganz ermattetes Geschöpf in Angst oder sonst unruhig, so verwischt dieser Nebenumstand nicht selten die gewöhnlichen Einflüsse des nicht zu lange fortgesetzten Fastens. No. 12 der eben mitgetheilten Versuche hat daher auch grössere auf die Einheiten des Körpergewichtes und der Zeitdauer bezogene Kohlensäure- und Sauerstoffwerthe, als No. 11 geliefert.

Kann die Nahrungseinnahme die Mengen der ausgeschiedenen Kohlensäure und des verzehrten Sauerstoffes unter sonst gleichen Nebenbedingungen vergrössern, so wird dieses natürlicher Weise erst geschehen, wenn die Verbindungen der nutzbaren Nahrungsmittel in das Blut übergegangen sind. Die auf die Zeiteinheit bezogene Masse der übergetretenen Stoffe, die Schnelligkeit und die Grösse der beschränkten Elementaranalyse und die Athmungsmechanik werden in dieser Hinsicht über das Quantitative der Endergebnisse entscheiden. Vergleichen wir die oben geschilderten, an Kaninchen angestellten Beobachtungen, so finden wir, dass die Erhöhung der Kohlensäure- und der Sauerstoffmengen nicht am ersten, sondern am zweiten Tage nach dem reichlichen Futtergenusse eintrat. Wir haben z. B.:

Versuchsreihe.	Versuchsnummer.	Körpergewicht in Grm.	Auf 1 Kilogr. Kaninchen und 1 Stunde kommende Menge in Grm.	
			Ausgeschiedene Kohlensäure.	Verzehrter Sauerstoff.
Erste		Nachdem das Thier mehr als 200 Grm. Heu in den letzten 24 Stunden verzehrt hatte,		
	No. 1	1884,1	0,974	0,887
	No. 2	1773,2	1,169	0,984
	No. 3	1816,2	1,206	0,969
Dritte	No. 17	1842,0	0,997	0,945
	No. 18	1837,6	0,886	1,001
	No. 19	1925,0	1,266	1,102
	No. 20	1904,2	1,692	1,438

Das Verfahren, dessen sich Regnault und Reiset [1]) zur Ermittelung der Stickstoffverhältnisse bedienten, ist unbedingt das Genaueste, das bis jetzt angewendet worden. Da sie den grössten Theil der Kohlensäure während der Versuchszeit mit der Kalilösung fortnehmen und den des ersetzenden Sauerstoffes zuführen, so liefert die Analyse der Endluft, die in dem 45 Liter fassenden Athmungsbehälter am Schlusse des Versuches enthalten ist, die Ergänzungsmengen von Kohlensäure und Sauerstoff und belehrt unmittelbar über die positiven oder negativen Unterschiede des Stickstoffes. Dieses Verfahren bestätigt den Satz, dass der Stickstoff keine irgend bedeutenden Veränderungen erleidet. Der mittlere Unterschied des Gewichtes des ausgetretenen oder des aufgenommenen Stickstoffes soll nicht $^1/_{100}$ des verzehrten Sauerstoffes betragen. Die unver-

1) Regnault und Reiset a. a. O. p. 27.

meidlichen Beobachtungsfehler, welche aus der vervielfältigenden Zurückführung der eudiometrischen Analysenergebnisse auf die mehr als 40 Liter betragende Endluft und den oben Seite 7 angeführten Temperaturfehlern hervorgehen, werden sich gerade in jenen kleinen Grössen verhältnissmässig nachdrücklicher geltend machen.

Das Verfahren, dessen ich mich bediente, gestattet natürlich keine so scharfen Stickstoffbestimmungen. Es gewährt dafür den Vortheil, dass man sich selbst controllirt, wenn man die Aenderungen der auf das Normalvolumen zurückgeführten Athmungsluft einerseits und die Kohlensäure- und die Sauerstoffmengen andererseits bestimmt. Die Unterschiede, die dann der Stickstoff scheinbar liefert, belehren ungefähr über die Grösse der Gesammtsumme der Beobachtungsfehler, weil die wahren Aenderungen des Stickstoffes jedenfalls nur klein unter regelrechten Verhältnissen ausfallen. Eine nähere Betrachtung kann uns lehren, dass diese Probe kein ungünstiges Zeugniss für die Ausführung der oben mitgetheilten Untersuchungen abzulegen vermag.

Wir wollen zunächst die Stickstoffunterschiede, welche Regnault und Reiset [1]) angeben, übersichtlich zusammenstellen. Wir werden sogleich hieraus eine für unsere Erfahrungen nützliche Schlussfolge ziehen können. Man hat nach jenen Forschern:

Versuchs-Nummer.	Körpergewicht des Kaninchens in Grm. (Am Anfange.)	Dauer des Versuchs in Stunden und Minuten.	Kohlensäureprocente der Endluft.	Auf 1 Kilogr. und 1 Stunde kommende Menge von verzehrtem Sauerstoff in Grm.	Verhältniss des Gewichtes des aufgenommenen Sauerstoffes zu dem des Stickstoffwechsels.	Neben-Verhältnisse.
No. 16	2755	42 St. 45 M.	1,10	0,987	1 : + 0,0049	Hinreichend gefüttert.
No. 17	2780	54 St. 40 M.	0,15	0,877	1 : + 0,0054	
No. 18	4140	43 St. 40 M.	1,59	0,797	1 : + 0,00083	
No. 19	3800	Ueber Nacht.	Spuren.	—	1 : + 0,0503	Das Thier war

1) Regnault und Reiset a. a. O. p. 106 bis 115.

Versuchs-Nummer.	Körpergewicht des Kaninchens in Grm. (Am Anfange.)	Dauer des Versuches in Stunden und Minuten.	Kohlensäureprocente der Endluft.	Auf 1 Kilogr. und 1 Stunde kommende Menge von verzehrtem Sauerstoff in Grm.	Verhältniss des Gewichtes des aufgenommenen Sauerstoffes zu dem des Stickstoffwechsels.	Neben-Verhältnisse.
						in der Nacht in dem Athmungsbehälter erstickt, weil man das Uhrwerk aufzuziehen vergessen hatte. Man liess dieses später 3 Stunden gehen, um alle Kohlensäure aus dem Athmungsraume zu entfernen.
No. 20	3648	27 St.	1,28	0,856	1 : + 0,0081	Ernährt.
No. 21	3506	34 St. 15 M.	1,35	0,735	1 : + 0,0050	Seit 30 Stunden hungernd.
No. 22	4048	22 St. 45 M.	7,08	0,897	1 : + 0,0045	
No. 23	3675	28 St. 25 M.	1,07	0,763	1 : + 0,0089	Ernährt. Seit 30 Stunden hungernd
No. 24	3820	25 St. 5 M.	1,82	0,893	1 : + 0,0033	Dasselbe Thier wieder genährt.
No. 25	6940	24 St. 52 M.	2,37	1,093	1 : + 0,00077	Desgl.

Man sieht hieraus, dass immer ein Stickstoffüberschuss zum Vorschein kam. Sein Gewicht lag zwischen 0,00077 und 0,0089 des verzehrten Sauerstoffes für gefütterte und hungernde Kaninchen. Man hat 0,0041 als Mittelwerth der Ersteren, 0,0069 als den der Letzteren und 0,0046 als Durchschnittsgrösse von beiden zusammen-

genommen. Als aber ein Thier in dem Athmungsbehälter erstickt war, sich mithin die umgebende Luft immer mehr mit Kohlensäure geschwängert hatte, zeigte sich ein Stickstoffüberschuss, dessen Verhältniss 0,0503, d. h. mehr als das Zehnfache der früheren Durchschnittsgrösse betragen hat.

Regnault und Reiset suchten die Kohlensäure in ihren ersten Beobachtungen dadurch zu entfernen, dass sie Kali, unmittelbar, ehe der Versuch begann, in den Athmungsbehälter stellten. Die Absorption ging im Anfange rasch und später träger von Statten. Man hatte daher eine mit reichlichen Kohlensäuremengen geschwängerte Endluft. Vergleicht man diese Vorversuche, so muss es auffallen, dass das Verhältniss des Gewichtes des ausgehauchten Stickstoffes zum verzehrten Sauerstoff in manchen Fällen höher steigt, als in den späteren mit dem Uhrwerke angestellten Beobachtungen. Ein Kaninchen[1]) lieferte dann z. B. 0,0107, eine Katze 0,0131 und Hunde 0,0127 bis 0,0133. Da andere unter ähnlichen Bedingungen angestellte Untersuchungen die gewöhnlichen kleinen Werthe lieferten, so kann man hieraus nur schliessen, dass der steigenden Kohlensäuregehalt der Athmungsluft die Vermehrung der Stickstoffausscheidung zu begünstigen scheint. Es muss aber noch ein anderes Bedingungsglied hinzutreten, damit dieser Ueberschuss auftrete. Die Folge wird es wahrscheinlich machen, dass eine gewisse, später zu erwähnende Art der Athmungsmechanik die stärkere Stickstoffausscheidung mittelbar oder unmittelbar herbeiführt.

Da die auf den Stickstoff zu beziehenden Grössen, die ich in den oben dargestellten Untersuchungen fand, die Gesammtsumme der Beobachtungsfehler einschliessen, so ist es streng genommen nicht gerechtfertigt, ihre Volumina auf Gewichte des Stickstoffes zurück zu führen. Ich habe dieses auch nur gethan, um ähnliche Verhältnisszahlen, wie sie Regnault angegeben, zu erhalten und sie mit den Beobachtungen dieses Forschers zu vergleichen. Wir finden daher:

---

1) Regnault und Reiset a. a. O. p. 106 ff.

Kanin-chen.	Versuchs-Nummer.	Verhältniss des Gewichts des Sauerstoffes zu dem des Stickstoffunterschiedes im Einzelfalle.	im Durchschnitt.
Erstes	No. 2	1 : + 0,084	1 : + 0,049
	No. 3	1 : + 0,013	
Zweites	No. 11	1 : + 0,063	1 : + 0,070
	No. 12	1 : + 0,076	
Drittes	No. 17	1 : — 0,0048	1 : + 0,046
	No. 18	1 : + 0,081	
	No. 19	1 : + 0,055	
	No. 20	1 : + 0,053	

Gesammtmittel = 1 : 0,052

Das Stickstoffverhältniss der Kaninchen ist hiernach bei dieser Bestimmungsmethode durchschnittlich etwas mehr als 10 Mal so gross, als bei dem Regnault'schen Verfahren. Es unterliegt keinem Zweifel, dass mehr als $^9/_{10}$ der Werthe, die ich erhalten habe, von den Beobachtungsfehlern herrühren. Ein Theil kann aber auch möglicher Weise aus der durch den immer reichlicheren Kohlensäuregehalt der Einathmungsluft bedingten Veränderung der Respirationsmechanik abgeleitet werden.

Ich habe nur die Kaninchen bei dem Vergleiche der Regnault'schen Versuche mit den meinigen berücksichtigt, weil jede allgemeinere Zusammenstellung der Individualität der Thiere wegen trügen kann. Das Kaninchen gehört aber gerade zu denjenigen Geschöpfen, deren maximaler Stickstoffunterschied keinen beträchtlichen Werth in den Einzelversuchen von Regnault und Reiset er-

reicht. Der Hund[1]) hat z. B. in dieser Hinsicht +0,0174, das Murmelthier[2]) +0,0141, das Huhn[3]) +0,0117 und —0,0185, die Ente[4]) —0,0141, der Grünspecht[5]) +0,040 und die erstarrten Eidechsen[6]) sogar +0,233. Regnault und Reiset[7]) lassen es übrigens selbst dahin gestellt, ob der letztere so grosse Werth auf Beobachtungsfehlern beruht oder nicht.

Die späteren Betrachtungen über die krankhaften Zustände werden es klar machen, weshalb ich diese für jetzt nicht scharf zu entscheidende Stickstofffrage ausführlicher behandelt habe. Man wird sehen, dass sie manchen Wahrscheinlichkeitsschluss trotz der Unvollkommenheit des Untersuchungsverfahrens gestatten kann.

Die von den Kaninchen ausgehauchten Mengen von Wasserdampf müssen der Natur der Sache nach in hohem Grade schwanken. Lassen wir auch die von den Geweben abhängigen Ursachen unbeachtet, so wird das Thier den abgeschlossenen Luftraum nach und nach mit Wasserdampf sättigen. Da es aber diesen zu gleicher Zeit erwärmt und die durch die umgebende Wassermasse bedingte Abkühlung in der Regel kleiner war, als die von dem Kaninchen erzeugte Wärmeerhöhung, so konnte die Luft immer mehr Wasserdämpfe im Laufe der Zeit aufnehmen. Die Wände des Athmungsbehälters, die von dem umgebenden Wasser berührt wurden, blieben kälter, als die innere Athmungsluft. Es schlugen sich daher hier fortwährend Wassertröpfchen, wie man in vielen Versuchen sichtlich verfolgen konnte, in immer reichlicherer Menge nieder. Dieses hat natürlich die Wasserausdünstung des Thieres erleichtert. Man sieht aber, dass hier der Wärmeunterschied der Luft des Athmungsbehälters vor und nach dem Versuche und die Grösse und die Geschwindigkeit der an den Wänden Statt findenden Verdichtung der Wasserdämpfe einen wesentlichen Einfluss auf die ausgetretenen Wassermengen ausüben mussten.

---

1) Regnault und Reiset a. a. O. p. 129. 2) p. 141. 3) p. 157 u. 163. 4) p. 169. 5) p. 173. 6) p. 185. 7) p. 186.

Die indirecte Ermittelung dieser Grössen, wie ich sie in den meisten der oben angeführten Beobachtungen versucht habe, schliesst nicht nur die Gesammtsumme der den Stickstoffbestimmungen anhaftenden Fehler, sondern auch noch die möglichen Irrungen des angenommenen Körpergewichtes und des berechneten Gewichtsverlustes während der Versuchszeit in sich. Sie sind daher mit den verhältnissmässig meisten Fehlerquellen behaftet. Ich habe dessenungeachtet die Bestimmungen der Wassermengen, wo es anging, durchgeführt, weil sie, so viel ich weiss, die ersten Mittheilungen auf diesem Gebiete sind, die, wenn auch nicht sehr scharfe, doch wenigstens annähernde Aufschlüsse geben können.

Da die einflussreichen Details bei Gelegenheit der einzelnen Beobachtungen angeführt worden, so wollen wir uns hier beschränken, die Mittelzahlen wiederzugeben. Die auf 1 Kilogr. Thier und 1 Stunde kommende Wasserverdunstung, die in einem geschlossenen, allmählig wärmer werdenden und von kühleren Wänden umgebenen Raume Statt fand, betrug in den gesunden Kaninchen:

Thier.	Mittel der Versuche.	Mittel für 1 Kilogr. Thier u. 1 Stunde abgedünstetes Wasser.
Erstes . . .	No. 3.	0,578
Zweites . .	No. 11. u. 12.	0,311
Drittes . .	No. 17. 18. 19. 20.	0,304

Gesammtmittel = 0,345.

Der Grund, weshalb ich die auf 1 Kilogr. Thier und einen Athemzug kommenden Mengen der ausgehauchten Kohlensäure, des verzehrten Sauerstoffes, des Stickstoffunterschiedes und des abge-

dünsteten Wassers berechnet habe, wird sich aus den späteren Betrachtungen von selbst ergeben. Der auf die Zeiteinheit kommende Mittelwerth der Zahl der Athemzüge hat etwas Willkührliches, weil die Zählung nicht von Minute zu Minute während der ganzen Versuchsdauer fortgesetzt wurde. Da ich aber Sorge trug, die Mengen der Athembewegungen sogleich zu bestimmen, so wie sich die Grössen derselben zu ändern schienen, so glaube ich annehmen zu können, dass sich die meisten meiner Durchschnittszahlen von den wahren Mittelwerthen nicht weit entfernen dürften. Dieses vorausgesetzt, so hätten wir für gesunde, halberwachsene Kaninchen:

Kaninchen.	Zum Grunde liegende Versuche.	Auf 1 Kilogr. Thier und 1 Athemzug kommende Menge in Grm.			
		Ausgeschiedene Kohlensäure.	Verzehrter Sauerstoff.	Stickstoffüberschuss u. Beobachtungsfehler.	Ausgetretene Wasserdämpfe.
Erstes	No. 1. 2. u. 3.	0,000217	0,000183	0,000009	0,000126
Zweites	No. 11. u. 12.	0,000296	0,000248	0,000018	0,000071
Drittes	No. 17. 18. 19. 20.	0,000220	0,000203	0,000012	0,000057
Gesammtmittel =		0,000236	0,000206	0,000013	0,000071

1 Kilogr. Kaninchen würde hiernach im Durchschnitt ungefähr $^1/_4$ Milligramm Kohlensäure an die umgebende Luft mit jedem Athemzuge abgeben und dafür etwas mehr als $^1/_5$ Milligramm Sauerstoff aufnehmen. Das unter den oben erwähnten Nebenbedingungen abgedunstete Wasser betrug im Mittel nur $^1/_{14}$ Milligramm für jeden Athemzug.

Ich habe die Aenderung des der Athmung zu Gebote stehenden Luftvolumens in diesem und den folgenden Paragraphen nicht berücksichtigt, weil sie von zufälligen Nebenbedingungen, vorzüglich

der Wärme, zu einem grossen Theile abhängt. Man wird aber aus der ersten Haupttabelle ersehen, dass die reducirte Luftmasse in allen 25 Fällen abgenommen hatte. Die Verkleinerung hielt sich zwischen 0,07 % und 1,80 % des anfänglichen Normalvolumens. Lässt man auch alle Reductionen unbeachtet, so ersetzten in der Regel die Erwärmung der Luft des Athmungsbehälters durch das Thier, die hierdurch bedingte Erhöhung der Spannkräfte der Wasserdämpfe und die Stickstoffausscheidung den Verlust, den der Ueberschuss der Sauerstoffaufnahme über die Kohlensäureaushauchung erzeugte, keineswegs. Der Unterschied der durch den Manometer angegebenen Druckwerthe, die dem Anfange und dem Ende des Versuches entsprachen, fiel deshalb meistentheils negativ aus. Man erhielt dann keine bloss ideelle Abnahme des Normalvolumens, sondern auch eine reelle der unmittelbar vorhandenen Luftmasse.

§ 5. Trennung der beiden herumschweifenden Nerven.

Die S. 78 gegebene Haupttabelle lehrt unmittelbar, dass die Trennung der beiden herumschweifenden Nerven, man mag sie an dem gesunden Kaninchen oder erst nach anderen, mehr oder minder starken Eingriffen vornehmen, wesentliche Veränderungen der Athmungsmechanik und des Gaswechsels nach sich zieht. Die Normen, die hier auftreten, kehren auch in allen Fällen ausnahmslos wieder, zum Beweise, dass leicht kenntliche Gesetze kraftvoll durchgreifen und deshalb nicht durch die gewöhnlichen Schwankungen der Nebenbedingungen verwischt werden. Wir wollen die einzelnen Hauptmomente der Reihe nach durchgehen.

a. Anzahl der Athemzüge. — Die Abnahme der einer Zeiteinheit entsprechenden Menge derselben fällt so stark aus, dass sie von fast allen früheren Forschern bemerkt worden. Halten wir uns an die Mitteltabelle, so haben wir, je nachdem eine Luftröhrenfistel angelegt wird oder nicht:

Kaninchen.	Zum Grunde liegende Versuche.	Anzahl der auf die Minute kommenden Athemzüge		Durch die Vagustrennung bedingte Abnahme der Anzahl der Athemzüge in Procenten der ursprünglichen Menge derselben.
		in dem gesunden Thiere.	nach der doppelten Vagusdurchschneidung.	
Erstes. Ohne Luftröhrenfistel.	No. 1 2 3 8 9 10	87,07	22,57	74,08
Zweites. Ohne Luftröhrenfistel.	No. 11 12 14 15 16	72,6	25,4	64,99
			Mittel =	69,54
Drittes. Mit Luftröhrenfistel.	No. 17 18 19 20 24	92,46	48,75	47,27

Die Zahl der Athemzüge sank daher nach der doppelten Vagusdurchschneidung um durchschnittlich $^7/_{10}$, wenn keine Luftröhrenfistel angelegt worden. Die Hilfe dieser Nebenöffnung dagegen verkleinerte die Erniedrigung um ungefähr $^1/_5$, so dass dann die Abnahme nahebei $^1/_2$ betrug.

Der Wechselfall, ob eine Luftröhrenfistel vorhanden ist oder nicht, scheint auch noch zu einem anderen hierher gehörenden Unterschiede zu führen. Wir haben schon früher gesehen, dass die Zahl der Athemzüge gesunder Kaninchen, die in einem nicht geänderten Luftraume eingeschlossen bleiben, nach und nach beträchtlich abzunehmen pflegt. Man stösst aber in dieser Hinsicht auf einzelne Ausnahmsfälle. Prüft man diese genauer, so scheint eine der Ursachen derselben darin zu liegen, dass die Anzahl der Athemzüge im Verlaufe des Versuches durch körperliche Bewegung, Angst u. dgl. gestiegen und am Ende der Beobachtung noch nicht auf den früheren Standpunkt zurückgekommen ist.

Hat man die beiden herumschweifenden Nerven durchschnitten und keine Luftröhrenfistel angelegt, so fehlt jene Abnahme der Menge der Athembewegungen bei dem Aufenthalte in einem geschlossenen Raume vollständig oder fällt wenigstens im Ganzen unbedeutender aus. Eine Zunahme kann auch hier in Einzelfällen vorkommen. Die Anwesenheit einer Luftröhrenfistel dagegen nähert auch in dieser Hinsicht das Kaninchen, dem die beiden herumschweifenden Nerven durchschnitten worden, dem gesunden Geschöpfe. Wir haben:

Kaninchen.	Zum Grunde liegender Versuch.	Zustand des Thieres.	Versuchsdauer in Minuten.	Auf die Minute kommende Menge von Athemzügen.		
				Am Anfange des Versuches	Am Ende des Versuches.	Unterschied.
Erstes.	No. 1	Gesund.	66	123,5	71,0	— 52,5
	No. 2		61	109,0	74,5	— 34,5
	No. 3		65	94,0	67,0	— 27,0
		Mittel	= 64	108,8	70,8	— 38,0
	No. 8	Beide Vagi durchschnitten. Ohne Luftröhrenfistel.	62,5	23,0	23,0	0,0
	No. 9		63,5	18,5	16,5	— 2,0
	No. 10		66,0	23,0	29,0	+ 6,0
		Mittel	= 64	21,5	22,8	+ 1,3
	No. 11	Gesund.	63,5	84,0	72,0	— 12,0
	No. 12		60,5	98,0	71,5	— 26,5
		Mittel	= 62,0	91,0	71,8	— 19,2
	No. 14	Beide Vagi durchschnitten. Ohne Luftröhrenfistel.	63,0	30,0	24,5	— 5,5
	No. 15		62,0	26,0	25,0	— 1,0
	No. 16		61,5	22,0	22,0	0,0
		Mittel	= 62,2	26,0	23,8	— 2,2

Kaninchen.	Zum Grunde liegender Versuch.	Zustand des Thieres.	Versuchsdauer in Minuten.	Auf die Minute kommende Menge von Athemzügen. Am Anfange des Versuches	Am Ende des Versuches.	Unterschied.
	No. 17	Gesund.	32,5	103,0	93,0	— 10,0
	No. 18		42,5	92,0	99,0	+ 7,0
	No. 19		62,0	93,0	79,0	— 14,0
	No. 20		31,5	83,5	90,0	+ 6,5
		Mittel	= 42,1	92,9	90,3	— 2,6
	No. 24	Nach der Durchschneidung der beiden Vagi. Mit Luftröhrenfistel.	34,0	67,0	32,0	— 35,0

Die Versuche, die positive Unterschiede gaben, haben die oben rwähnte Steigung und spätere Abnahme der Menge der Athemzüge it Ausnahme von No. 18 dargeboten. No. 10 lieferte 30 und No. 20 rgab 108 als Maximalzahlen, die im Verlaufe der Versuchszeit auftraten.

Stellen wir uns die Durchschnittsgrössen mit den entsprechenden rocentwerthen übersichtlich zusammen, so haben wir:

aninchen.	Mittlere Zeitdauer des Versuches in Minuten.	Durchschnittliche ursprüngliche Menge der Athemzüge in einer Minute.	Mittlere Aenderung der Zahl der Athemzüge. Absolut.	In Procenten des Anfangswerthes.	Zustand.
rstes . .	64,0	108,8	— 38,0	— 34,93	Gesund.
	64,0	21,5	+ 1,3	+ 6,1	Nach der doppelten Vagusdurchschneidung.

Kaninchen.	Mittlere Zeitdauer des Versuches in Minuten.	Durchschnittliche ursprüngliche Menge der Athemzüge in einer Minute.	Mittlere Aenderung der Zahl der Athemzüge. Absolut.	In Procenten des Anfangswerthes.	Zustand.
Zweites	62,0	91,0	— 19,3	— 21,2	Gesund.
	62,2	26,0	— 2,3	— 9,0	Nach der doppelten Vagusdurchschneidung.
Drittes	42,1	92,9	— 2,6	— 2,8	Gesund.
	34,0	67,0	— 35,0	— 52,2	Nach der doppelten Vagusdurchschneidung. Mit Luftröhrenfistel.

Nehmen wir die Durchschnittszahl der beiden ersten Versuchsreihen, so betrug die mittlere Abnahme der Menge der Athemzüge der gesunden Thiere 29,4 %, wenn sie etwas mehr als eine Stunde in dem geschlossenen Raume blieben. Waren die herumschweifenden Nerven durchschnitten und hatte man keine Luftröhrenfistel angelegt, so sank der Mittelwerth ungefähr auf Null oder ging sogar in + 0,06 % über. Die Anwesenheit einer Luftröhrenfistel in der dritten Versuchsreihe liess eine sehr starke Abnahme der Menge der Athemzüge in dem geschlossenen Raume auftreten.

b. Art der Athmung. — Die Kaninchen, denen die beiden herumschweifenden Nerven durchschnitten worden, bieten eine auf den ersten Blick auffallende Athmungsweise dar. Hat man keine Luftröhrenfistel angelegt, so hört man das rasselnde oder pfeifende Athmen schon aus der Ferne. Man sieht die Anstrengung, die es kostet, deutlich an. Die Bauchdecken liefern ein viel ergiebigeres Bewegungsspiel als gewöhnlich. Das Thier öffnet bei dem Einathmen die Mundspalte, zieht die oberen Umgebungen der Nasenlöcher zurück, macht eine nach hinten und oben gerichtete Bewegung der Ohren, des Kopfes oder des Vorderkörpers. Verfolgt man sein Verhalten, während es in dem Athmungsbehälter eingeschlossen ist, so

sitzt es im Anfange ruhig und putzt selbst bisweilen seine Vorderbeine durch Lecken. Hat die durch die Vagusdurchschneidung bedingte Athemnoth länger angehalten, so wird es unruhiger und wendet sich im Ganzen häufiger im Behälter um. Es gehört zu den schlimmsten Zeichen, wenn es sich hastig auf den Hinterfüssen aufstellt und das Gitter oder die Wandung des Behälters mit den Vorderbeinen fassen will. Diese Art von Unruhe ist das Zeichen höchster Athemnoth. Die Thiere sterben in der Regel unmittelbar darauf oder wenigstens noch im Verlaufe desselben Tages.

Die Dauer der einzelnen Athmungsacte der Kaninchen ändert sich nach der Vagusdurchschneidung in sichtlicher Weise. Urtheilt man nach dem äusseren Ansehen, so hat man zuerst eine lang anhaltende Einathmung, eine meist etwas kürzere Ausathmung und eine lange dauernde Pause. Hält man sich an die später in einem besonderen Abschnitte besprochenen Kymographionlinien, so wird dieses im Wesentlichen bestätigt. Man bekommt aber auch hier hin und wieder Zeichnungen, in denen die Ausathmung eben so lange oder selbst etwas länger, als die Einathmung gedauert zu haben scheint. Ein Kaninchen von 775 Grm. Körpergewicht, dem ungefähr eine Viertelstunde vorher die beiden herumschweifenden Nerven durchschnitten worden, gab z. B.:

Zahl der zum Grunde liegenden Einzelbeobachtungen.	Mittleres Verhältniss der Dauer		
	der Einathmung.	zu der Ausathmung.	zu der Pause.
7	1,94	1,70	5,13
4	2,75	3,40	3,40
4	2,30	2,20	4,00
Gesammtmittel =	2,26	2,21	4,36
=	1,00 :	0,98 :	1,93

Da die später noch zu besprechenden beträchtlichen Grössen der Beobachtungsfehler die Brauchbarkeit aller Linien, die man

durch Quecksilbermanometer am Kymographion erhält, in hohem Grade herabsetzen, so kann man selbst das Gesammtmittel nur als eine sehr ungefähre erste Annäherung an die Wahrheit betrachten. Die Pause hätte hiernach im Durchschnitte beinahe eben so lange, als die Summe der Ein- und der Ausathmung in dem sehr jungen Albinokaninchen angehalten.

Dieselbe Unsicherheit beherrscht die Druckwerthe, die jedenfalls beträchtlich grösser, als bei dem gewöhnlichen ruhigen Athmen, hingegen kleiner als in manchen anderen Athmungsarten ausfallen. Der Einathmungsdruck, den junge Kaninchen nach der doppelten Vagusdurchschneidung am Quecksilbermanometer zeigen, ist nicht selten mehr als 6 bis 10 Mal so stark, als die gleiche Grösse, welche das gesunde Thier bei dem immer etwas mühsameren Athmen an dem Manometer darbietet. Der Unterschied fällt daher noch beträchtlicher aus, wenn man den Vergleich mit dem vollkommenen normalen Athmen anstellt. Die Ausathmungsdrucke können ähnliche Abweichungen darbieten.

c. Verhältniss der ausgeschiedenen Kohlensäure zum aufgenommenen Sauerstoff. — Ein Blick auf unsere Haupttabelle der Einzelwerthe lehrt sogleich, dass diese Beziehung nach der doppelten Vagusdurchschneidung zu Gunsten des Sauerstoffes ausserordentlich steigt. Wir haben:

Versuchsreihe.	Zum Grunde liegende Versuchs-Nummer.	Menge des verzehrten Sauerstoffes, die der ausgeschiedenen Kohlensäure = 1.						Zustand des Thieres.
		dem Volumen nach.			dem Gewichte nach.			
		Maximum.	Minimum.	Mittel.	Maximum.	Minimum.	Mittel.	
Erste	Nr. 1, 2, 3.	1,26	1,11	1,177	0,91	0,84	0,86	Gesund.
	Nr. 4, 5, 6, 7.	1,45	1,15	1,25	1,05	0,87	0,92	Halswunde angelegt und ein Vagus durchschnitten.
	Nr. 8, 9, 10.	1,68	1,57	1,60	1,21	1,13	1,16	Beide Vagi getrennt.

Versuchsreihe.	Zum Grunde liegende Versuchs-Nummern.	Menge des verzehrten Sauerstoffes, die der ausgeschiedenen Kohlensäure = 1. dem Volumen nach. Maximum.	Minimum.	Mittel.	dem Gewichte nach. Maximum.	Minimum.	Mittel.	Zustand des Thieres.
Zweite	Nr. 11, 12.	1,26	1,08	1,17	0,92	0,78	0,85	Gesund.
	Nr. 13.	—	—	1,32	—	—	0,96	Ein Vagus durchschnitten.
	Nr. 14, 15, 16.	1,87	1,39	1,70	1,36	1,01	1,24	Beide Vagi getrennt.
Dritte	Nr. 17, 18, 19, 20.	1,56	1,17	1,31	1,13	0,85	0,95	Gesund.
	Nr. 21, 22, 23.	1,54	1,36	1,45	1,12	0,85	1,05	Beide Recurrentes durchschnitten.
	Nr. 24.	—	—	1,76	—	—	1,27	Beide Vagi getrennt.
Vierte	Nr. 25.	—	—	1,64	—	—	1,19	desgl.

Wir sehen hieraus, dass die verhältnissmässige Erhöhung des aufgenommenen Sauerstoffes nicht bloss für die Mittelwerthe, sondern auch für die Maxima und Minima wiederkehrt. Man hat ein tief greifendes unbeugsames Gesetz, das sich immer verräth, man mag mit der doppelten Vagustrennung begonnen oder vorher die Halswunde angelegt, den einen herumschweifenden oder die beiden rücklaufenden Nerven früher durchschnitten haben.

Die in der Haupttabelle verzeichneten Körpergewichte führen zu der Ueberzeugung, dass die Kaninchen der ersten und zweiten Versuchsreihe wenig oder gar nichts seit der doppelten Vagustrennung gegessen hatten. Das der dritten Reihe hatte so viel Heu zu sich genommen, dass sein Körpergewicht von 1840,4 Grm. auf 1959,1 Grm. gestiegen war. Da nun die verhältnissmässig beträchtliche Sauerstoffaufnahme unter den beiderlei Nebenbedingungen wiederkehrte, so folgt, dass sie nicht von dem Ernährungszustande abhängt. Die eigenthümliche, von den gewöhnlichen Bedingungen

wesentlich abweichende Athmungsmechanik liefert wahrscheinlich eine der Hauptursachen. Man darf aber hieraus nicht schliessen, dass die Anwesenheit einer Luftröhrenfistel einen durchgreifenden Unterschied herbeiführen wird. Der Vergleich der dritten Versuchsreihe mit der ersten, zweiten und vierten lehrt, dass dieses wenigstens in den hier zu Gebote stehenden Beobachtungen nicht der Fall war.

d. Stickstoffunterschied. — Der beträchtliche Ueberschuss der Sauerstoffabsorption über die Kohlensäureausscheidung bildet nicht das ausschliessliche Merkmal der doppelten Vagusdurchschneidung. Der durch Abzug erhaltene und als Stickstoff betrachtete Werth steigt ebenfalls ausserordentlich, so dass seine Verhältnissgrösse zu dem verzehrten Sauerstoffe beträchtlich wächst. Es ist auch in dieser Hinsicht gleichgültig, ob eine frühere Operation der doppelten Vagusdurchschneidung vorangegangen ist oder nicht. Wir haben nämlich:

Versuchsreihe.	Zum Grunde liegende Versuchs-Nummern.	Stickstoffüberschuss und Beobachtungsfehler.						Zustand.
		Absolute auf 1 Kilogr. Thier und 1 Stunde bezogene Menge in Grm.			Verhältniss des Gewichtes des verzehrten Sauerstoffes = 1 zu dem Gewichte des Stickstoffüberschusses			
		Maximum.	Minimum.	Mittel.	Maximum.	Minimum.	Mittel.	
Erste	Nr. 1, 2, 3.	0,083	0,012	0,048	0,084	0,013	0,049	Gesund.
	Nr. 4, 5, 6, 7.	0,144	0,036	0,091	0,150	0,032	0,089	Die Halswunde angelegt u. ein Vagus durchschnitten.
	Nr. 8, 9, 10.	0,207	0,153	0,187	0,197	0,111	0,160	Nach der Trennung beider Vagi.
Zweite	Nr. 11, 12.	0,090	0,060	0,075	0,076	0,063	0,070	Gesund.
	Nr. 13.	—	—	0,054	—	—	0,037	Ein Vagus durchschnitten.
	Nr. 14, 15, 16.	0,312	0,175	0,259	0,349	0,179	0,254	Beide Vagi getrennt.

Versuchsreihe.	Zum Grunde liegende Versuchs-Nummern.	Stickstoffüberschuss und Beobachtungsfehler.						Zustand.
		Absolute auf 1 Kilogr. Thier und 1 Stunde bezogene Menge in Grm.			Verhältniss des Gewichtes des verzehrten Sauerstoffes = 1 zu dem Gewichte des Stickstoffüberschusses			
		Maximum.	Minimum.	Mittel.	Maximum.	Minimum.	Mittel.	
Dritte	Nr. 17, 18, 19, 20.	0,081	-0,0047	0,055	0,081	-0,0048	0,048	Gesund.
	Nr. 21, 22, 23.	0,163	0,154	0,153	0,155	0,113	0,136	Beide Recurrentes durchschnitten.
	Nr. 24.	—	—	0,297	—	—	0,203	Nach der Trennung der beiden herumschweifenden Nerven.
Vierte	Nr. 25.	—	—	0,257	—	—	0,203	desgl.

Die Zunahme des Stickstoffüberschusses ist hier so beträchtlich und greift durch alle Versuchsreihen ausnahmslos so tief durch, dass der Unterschied von einem blossen Wachsthum der Beobachtungsfehler nicht herrühren kann. Ich habe sogar mehrere Male Doppelanalysen desselben Gases angestellt, ohne zu wesentlich abweichenden Ergebnissen zu gelangen. Wir müssen daher zunächst schliessen, dass der auf negativem Wege erhaltene Stickstoffüberschuss von einem reichlicheren Austritte vom Stickstoff herrührt. Eine zweite Möglichkeit wäre, dass ein flüchtiger Stoff, z. B. Ammoniak oder eine organische Verbindung, welche die Spannkräfte des Gases wesentlich änderte, nach der doppelten Vagustrennung in beträchtlicher Menge ausgeschieden würde.

Stellen wir uns die Mittelwerthe übersichtlich zusammen, so haben wir:

Kaninchen.	Zahl der zum Grunde liegenden einzelnen Beobachtungen.	Mittlerer Stickstoffüberschuss für 1 Kilogr. Körpergewicht und 1 Stunde in Grm.		Durchschnittliches Verhältniss des Gewichtes des verzehrten Sauerstoffes zu dem des Stickstoffüberschusses.	
		Gesund.	Nach der doppelten Vagustrennung.	Gesund.	Nach der doppelten Vagustrennung.
Erstes . .	3 u. 3	0,048	0,187	0,049	0,160
Zweites .	2 u. 3	0,075	0,259	0,070	0,254
Drittes . .	4 u. 1	0,055	0,297	0,048	0,203
Viertes . .	1	—	0,257	—	0,203
Gesammtmittel =		0,058	0,237	0,053	0,206

Man hat keinen Grund anzunehmen, dass die Beobachtungsfehler gerade in jedem Versuche, der nach der Vagustrennung angestellt worden, grösser als in den an gesunden Kaninchen gemachten Erfahrungen ausfielen. Die späteren Betrachtungen werden es mehr als wahrscheinlich machen, dass eine solche Voraussetzung unbegründet wäre. Nehmen wir an, dass die ganzen 0,058 Grm. Stickstoff, die 1 Kilogr. gesunden Thieres und 1 Stunde als Hauptmittelwerth entsprechen, einzig und allein von Beobachtungsfehlern herrührten, so würden immer noch 0,179 Grm. Stickstoff für 1 Kilogr. und 1 Stunde entfernt werden, nachdem man die beiden herumschweifenden Nerven durchschnitten hat. Das Gewichtsverhältniss des verzehrten Sauerstoffes zu dem frei gewordenen Stickstoff würde immer noch beträchtlich genug unter der gleichen Voraussetzung ausfallen, indem es ungefähr $^1/_7$ des aufgenommenen Sauerstoffes ausmachte.

Wir müssen die Möglichkeit einer reichlicheren Ammoniakausscheidung nach der doppelten Vagustrennung ausführlicher

betrachten. Gesetzt, die Perspirationsluft des Thieres führte dann merkliche Mengen von Ammoniakdämpfen, die an den feuchten Wänden des Athmungsbehälters nicht absorbirt würden, so könnte die beträchtliche Spannkraft derselben das Quecksilber des inneren Manometerschenkels tiefer hinab- und das des äusseren höher hinauftreiben. Da aber die Berechnungen nur unter der Voraussetzung der blossen Wasserdampfsättigung und der dieser entsprechenden Spannkraft vorgenommen werden können, so würde man eine zu kleine Abnahme des Normalvolumens der Endluft des Athmungsbehälters erhalten. Dieses gäbe eine geringe Ueberschussmenge für die ausgeschiedene Kohlensäure und den verzehrten Sauerstoff, die aber zu unbedeutend wäre, um die gefundenen Hauptnormen wesentlich abzuändern. Da der Stickstoff $^4/_5$ des Ganzen beträgt, so müsste der Irrthum für diesen Körper am Schärfsten hervortreten.

Ein merklicher Gehalt an Ammoniakdämpfen könnte übrigens schon die eudiometrische Analyse aus doppeltem Grunde stören. Es würde sich auch hier die Spannung erhöhen. Der bei der ersten Knallgasverpuffung durchschlagende Funke könnte das Ammoniak in Stickstoff und Wasserstoff theilweise überführen. Das Volumen der vorhanden gewesenen Ammoniakdünste würde dann verdoppelt erscheinen.

Die Beantwortung der uns hier beschäftigenden Frage ist im Ganzen schwieriger, als man auf den ersten Blick glaubt. Ich weiss aus früheren Untersuchungen, die ich über die Zusammensetzung der Atmosphäre und der Athmungsluft anstellte, dass man sich den grössten Täuschungen aussetzt, wenn man die geringen hier in Betracht kommenden Ammoniakmengen durch Salzsäure und Platinchlorid bestimmen will. So empfindlich auch das Hämatoxylin oder das von Reuling [1]) empfohlene Blauholzpapier ist, so wenig eignet es sich zu einer ganz scharfen Lösung unserer Frage. Der Gebrauch der Schwefelsäure und die spätere Ammoniakbestimmung

1) W. Reuling Ueber den Ammoniakgehalt der exspirirten Luft und sein Verhalten in Krankheiten mit besonderer Rücksicht auf die Urämie. Giessen. 1854. 8. 5. 13.

durch vergleichende Titrirung der zur Neutralisation gehörenden Alkalimengen konnte auch leicht nicht unbedeutende Beobachtungsfehler einschliessen, da es sich hier jedenfalls um sehr kleine Unterschiede handelt. Ich bediente mich nach Brunner des schon von Saussure gebrauchten salpetersauren Quecksilberoxyduls und beschloss, mich mit möglichst scharfen qualitativen Versuchen zu begnügen.

Ich stellte verdünnte Schwefelsäure, die 1 Theil Säure und 10 Theile Wasser enthielt, in den Athmungsbehälter und verschloss ihn. Jener Verdünnungsgrad der Schwefelsäure nimmt das etwa vorhandene Ammoniak vollständig auf und lässt die Luft des Athmungsbehälters feucht, wenn die Wände desselben an einzelnen Stellen benetzt worden. Nachdem die Schwefelsäure über Nacht gewirkt hatte und so kein Ammoniak mehr in der Atmosphäre des Athmungsbehälters vorhanden war, wurde das Thier möglichst rasch eingesetzt und das Ganze früher oder später mit einem Durchzugssystem und dem Aspirator in Verbindung gebracht. Die eingesogene Luft strich zuerst durch eine wässerige Lösung von salpetersauerem Quecksilberoxydul und dann durch Schwefelsäure, die mit dem 10fachen Wasservolumen verdünnt worden, damit eine ammoniakfreie Gasmischung dem Thiere zugeführt werde. Sie drang in dem obersten Abschnitte des Athmungsbehälters ein, während die Abzugsöffnung erst unten neben dem Kaninchen angebracht war. Die austretende Luft ging durch eine erste Woulf'sche Flasche, die salpetersaueres Quecksilberoxydul enthielt, und durch eine zweite, die wiederum verdünnte Schwefelsäure führte. Die Letztere hatte zum Zweck, vor dem Ammoniak, das in der Luft der ferneren Abschnitte des Abzugssystemes und dem Wasser des Aspirators möglicherweise enthalten war, sicher zu stellen.

Ich bediente mich zuerst eines mit zwei luftdicht schliessenden Hähnen versehenen Deckels, wie er in *n* und *o* Fig. 170. S. 246 des Grundrisses abgebildet worden. Man konnte so den Luftraum des Athmungsbehälters beliebig lange geschlossen halten und eine grössere oder kleinere Luftprobe, wenn man wollte, durch das Durchzugssystem mittelst des Aspirators ableiten.

Ein erster Versuch, den ich mit einem gesunden Kaninchen mittlerer Grösse und von 1214,2 Grm. Körpergewicht machte, lehrte schon, dass Ammoniak in der Luft des Athmungsbehälters vorhanden war. Das salpetersauere Quecksilberoxydul hatte einen kaum merklichen Niederschlag. Ich besass aber ein nach Reulings Vorschrift mit Alaun und Chlorcalium frisch bereitetes Blauholzpapier, das sich schon stellenweise bläute, wenn nur die Ausathmungsluft eines Menschen ein- bis viermal darüber gestrichen war. Ich hatte noch eine violettblauere minder empfindliche Sorte. Eine Probe von jedem der beiden Papiere war in den Athmungsbehälter gehängt worden. Der Versuch dauerte 62 Minuten. Die zwei Papierstreifen waren vollkommen blau geworden.

Ich wiederholte den Versuch eine halbe Stunde, nachdem ich 2 Centimeter lange Stücke aus den beiden herumschweifenden Nerven desselben Kaninchens ausgeschnitten hatte. Die Hähne blieben $^3/_4$ Stunden geschlossen. Man leitete dann 22 Liter Luft mit dem Aspirator durch. Das salpetersaure Quecksilberoxydul zeigte wieder eine schwache, aber deutliche Wirkung. Die Blauholzpapiere waren intensiv blau gefärbt. Als ein Gehülfe den Deckel des Athmungsbehälters öffnete und ich rasch einen mit Salzsäure befeuchteten Glasstab in die Luftmasse des Apparates hineinhielt, entwickelten sich ziemlich reichliche Salmiakdämpfe.

Der Nachweis des Ammoniakgehaltes durch rothes Blauholzpapier lässt sich noch auf eine Weise führen, die sich gut zu einem Collegienversuche eignet, weil das Ergebniss eben so überraschend, als sicher ist, vorausgesetzt, dass man ein hinreichend empfindliches Blauholzpapier besitzt. Ich setzte zu diesem Zwecke ein gesundes Kaninchen oder ein Thier, dem die beiden Vagi durchschnitten worden, in den Athmungsbehälter und liess die Hähne eine halbe Stunde bis dreiviertel Stunden geschlossen. Man richtete indessen das Durchzugssystem und die Verbindung mit dem Aspirator her. Die eingesogene Atmosphäre streicht, wie früher, zuerst durch eine Lösung von salpetersauerem Quecksilberoxydul und dann durch verdünnte Schwefelsäure, ehe sie in den Athmungsbehälter gelangt. Die Luft,

welche aus diesem heraustritt, strömt in eine trockene Flasche, auf deren Boden ein Stück Blauholzpapier liegt. Die Mündung der Einzugsröhre der Luft befindet sich unmittelbar über ihm. Oeffnet man die Hähne des Deckels und des Aspirators, so braucht man oft nicht einen Liter, höchstens aber 3 bis 5 Liter durchströmen zu lassen, bis sich ein intensiv blauer Fleck unter jener Oeffnung der Einzugsröhre gebildet hat, während das übrige Papier roth bleibt. Schaltet man aber eine Woulf'sche Flasche mit verdünnter Schwefelsäure zwischen den Athmungsbehälter und der Papierflasche ein, so bleibt jener Erfolg aus.

Ein gutes Blauholz- oder Hämatoxylinpapier ist für Ammoniak so empfindlich, dass man dieses fast überall nachweist. Die Berührung der Metalle mit geeigneten feuchten Körpern und andere unbedeutende Ursachen führten leicht zu Ammoniakbildungen, die sich durch jenes Papier sogleich verrathen. Ich kann daher auf die angeführten durch dieses Reagens erhaltenen Ergebnisse weniger geben, als auf die Salmiaknebel, die bei gesunden und operirten Thieren vorkommen. Ein Gegenversuch belehrte mich auch, wie leicht man sich mit dem Blauholzpapier täuschen könne. Ich brachte einmal einen Streifen desselben in den Theil der Glasröhren des Durchzugsapparates, der sich unmittelbar über dem einen Hahnenstück befand. Das Papier wurde schon allmählig blau, während der Hahn geschlossen blieb. Liess man den Aspirator gehen, so hörte bald das Wasser zu fliessen auf, zum Beweise, dass der Hahn und das Uebrige luftdicht schlossen.

Ich habe, wie schon erwähnt, die Ueberzeugung, dass sich auf dem Wege der Titrirung der Schwefelsäure und noch weniger durch Salzsäure und Platinchlorid entscheiden liesse, ob die Luft des Athmungsraumes mehr Ammoniak enthält, wenn das Thier gesund ist oder wenn ihm die herumschweifenden Nerven durchschnitten worden. Ich suchte daher unsere Hauptfrage auf anderem Wege zu lösen.

Rührte der scheinbare Stickstoffüberschuss von der Anwesenheit einer reichlichen Menge von Ammoniak und der hierdurch beding-

ten Aenderung der Spannkräfte her, so müsste er hinwegfallen, wenn man verdünnte Schwefelsäure in den Athmungsbehälter bringt und so das Ammoniak auf der Stelle zu entfernen sucht. Die Berechnung der Gasanalyse würde dann keinen Stickstoffüberschuss mehr darbieten.

Ein kräftiges Kaninchen von 1932 Grm. Körpergewicht blieb eine halbe Stunde lang in dem Athmungsbehälter eingeschlossen, während sich eine Schaale mit verdünnter Schwefelsäure neben ihm befand. Das hineingehängte rothe und das violette Blauholzpapier hatten sich dessenungeachtet dunkel gefärbt und ein mit Salzsäure befeuchteter Glasstab, der in den Athmungsraum unmittelbar nach dem Oeffnen des Deckels gehalten wurde, erzeugte schwache, aber doch noch unzweifelhafte Nebel von Salmiakdämpfen. Ich änderte daher den Versuch, als ich das oben erwähnte Kaninchen 6 Stunden nach der doppelten Vagusdurchschneidung einsetzte. Ein grosser mit verdünnter Schwefelsäure durchtränkter Lappen hing von dem Deckel bis zu dem Boden des Athmungsraumes herab. Die Daner des Versuches betrug 49 Minuten. Die Endprüfung zeigte, dass auch hier noch sehr geringe Mengen von Ammoniak vorhanden waren. Die äusserst schwachen Nebel, die durch Salzsäure in beiden Fällen zum Vorschein kamen, fielen beträchtlich sparsamer aus, als wenn die Schwefelsäure gänzlich gemangelt hätte.

Da hier wenigstens der grösste Theil des ausgehauchten Ammoniaks entfernt war, so liess sich ein geringerer Stickstoffüberschuss, als sonst, erwarten, wenn dieser nur auf einem trügerischen Scheine in den früheren Beobachtungen beruht hätte. Ich untersuchte daher die Luft des Kaninchens, dem die beiden herumschweifenden Nerven getrennt worden, eudiometrisch, wie die früheren analogen, aber noch mit allem Ammoniak versehenen Gasmassen.

Das Normalvolumen der Anfangsluft betrug 22572,8 CC. und das der Endluft 22345,9 C. C. Die Volumensabnahme glich daher 226,9 C. C. oder 1,005% des Anfangsvolumens.

Da die Endluft 2,55% Kohlensäure, 16,41% Sauerstoff und 81,04% Stickstoff führte, so ergiebt sich:

	Normalvolumen in C. C.		
	Kohlensäure.	Sauerstoff.	Stickstoff.
Anfangsluft	11,3	4731,2	17830,3
Endluft	569,8	3667,0	18109,1
Unterschied	+ 558,5	—1064,2	+278,8

Die 558,5 C. C. ausgeschiedener Kohlensäure geben
= 1,105 Grm.
Die 1064,2 C. C. verzehrten Sauerstoffes . . . . = 1,528 Grm.
Die 278,8 C. C. als reiner Stickstoff berechnet,
liefern . . . . . = 0,352 Grm.
Mithin:
Volumenverhältniss der ausgehauchten Kohlensäure
und des verzehrten Sauerstoffes . . . . . = 1 : 1,91
Gewichtsverhältniss beider . . . . . = 1 : 1,38
Gewichtsverhältniss des verzehrten Sauerstoffes zu
dem Stickstoffüberschusse . . . . . = 1 : 0,230

Man sieht, dass die beträchtliche Zunahme des Stickstoffgehaltes trotz der Anwesenheit der Schwefelsäure wiederkehrte.

Fassen wir Alles zusammen, so unterliegt es keinem Zweifel, dass gesunde Kaninchen und Thiere der Art, denen die beiden herumschweifenden Nerven getrennt worden, merkliche Mengen von Ammoniak der umgebenden Luft mittheilen. Man kann natürlich nicht mit Gewissheit angeben, ob das wahrscheinlich als kohlensauere Verbindung vorhandene Ammoniak in den Lungen und an der Haut abdünstet oder nur von ausgetretenen Darmgasen herrührt. Die Annahme, dass der ganze Ammoniakgehalt aus dem Nahrungskanale, vorzüglich den dicken Gedärmen, kommt, hat Manches gegen sich. Man könnte dann erwarten, dass auch ein beträchtlicherer Gehalt an Wasserstoff oder Kohlenwasserstoff aufträte, was aber nicht der

Fall ist. Da die Thiere keinen Harn während der Versuchszeit (mit Ausnahme der ersten Beobachtung) entliessen, so hat es im Ganzen viel für sich, dass das Ammoniak grösstentheils der Perspiration angehört. Dem sei wie ihm wolle, so erklärt die durch diesen Körper bedingte Spannungsveränderung den bedeutenden Stickstoffüberschuss keineswegs. Man muss daher vorläufig annehmen, dass er wahrhaft vorhanden ist und nicht in Folge unbekannter Nebenbedingungen als blosse Scheingrösse auftritt.

e) Absolute Menge der ausgeschiedenen Kohlensäure. Die in den beiden Haupttabellen verzeichneten Zahlen führen bald zu der Ueberzeugung, dass die absoluten 1 Kilogr. Kaninchen und 1 Stunde entsprechender Mengen ausgeschiedener Kohlensäure nach der doppelten Vagusdurchschneidung ab- und nicht zunehmen. Wir haben:

Versuchsreihe.	Zum Grunde liegende Versuche.	Auf 1 Kilogr. Kaninchen und 1 Stunde kommende Menge ausgeschiedener Kohlensäure in Grm.			Zustand.
		Maximum.	Minimum.	Mittel.	
Erste	Nr. 1, 2, 3.	1,206	0,974	1,116	Gesund.
	Nr. 8, 9, 10.	1,214	0,872	1,029	Nach der doppelten Vagusdurchschneidung.
Zweite	Nr. 11, 12.	1,524	1,045	1,385	Gesund.
	Nr. 14, 15, 16.	1,228	0,734	0,952	Nach der doppelten Vagustrennung.
Dritte	Nr. 17, 18, 19, 20.	1,692	0,886	1,185	Gesund.
	Nr. 24.	—	—	1,147	Nach der doppelten Vagustrennung. Anlage einer Luftröhrenfistel.
Vierte	Nr. 25.	—	—	1,073	

Obgleich die Abnahme der Kohlensäureausscheidung auch hier durchgeht, so fällt sie doch in manchen Fällen nur gering aus. Berechnen wir die Gesammtmittel, so erhalten wir:

Zustand.	Mittlere auf 1 Kilogr. Körpergewicht und 1 Stunde kommende Menge ausgeschiedener Kohlensäure in Grm.	Zahl der zum Grunde liegenden Beobachtungen.
Gesund.	1,206	9
Nach der doppelten Vagusdurchschneidung.	1,032	8

Unterschied = — 0,174 = — 14,4%.

Diese mittlere Abnahme der Kohlensäureausscheidung um 14½% oder ungefähr 1/7 kann nur als eine erste Annäherungsgrösse betrachtet werden.

Der Durchschnittswerth der ersten und der zweiten Versuchsreihe, den wir dem der dritten gegenüberstellen wollen, ist:

Beobachtungsreihe.	Zustand.	Mittlere auf 1 Kilogr. und 1 Stunde kommende Menge ausgeschiedener Kohlensäure in Grm.	Zahl der zum Grunde liegenden Beobachtungen.
Erste und zweite	Gesund.	1,224	5
	Nach der doppelten Vagustrennung. Ohne Luftröhrenfistel.	0,991	6
	Unterschied = — 0,233 = — 19,0%.		
Dritte	Gesund.	1,185	4
	Nach der doppelten Vagustrennung. Mit Luftröhrenfistel.	1,147	1
	Unterschied = — 0,038 = — 3,2%.		

Die Anwesenheit einer Luftröhrenfistel scheint hiernach die Verminderung der Kohlensäureaushauchung, die nach der Vagusdurchschneidung zum Vorschein kommt, herabzusetzen. Wir haben früher (S. 95) gesehen, dass sich ein ähnlicher Einfluss auf die Zahl der Athembewegungen unter den gleichen Nebenbedingungen geltend machte.

Betrachtet man die einzelnen nach der Vagusdurchschneidung angestellten Beobachtungen der ersten Versuchsreihe, so findet man, dass hier die Kohlensäuremenge immer mehr abnahm, je längere Zeit seit der doppelten Vagustrennung verstrichen war. Man hatte 1,214 Grm. für 1 Kilogr. und 1 Stunde kurz nach der Operation (Nr. 8.), 1,002 Grm. einige Stunden später (Nr. 9.) und 0,872 Grm. kurz vor dem Tode (Nr. 10). Die zweite Versuchsreihe giebt keinen so regelmässigen Gang. Der erste, nach der doppelten Vagustrennung angestellte Versuch (Nr. 14.) lieferte hier 0,893 Grm., der zweite (Nr. 15.) 1,237 Grm. und der dritte (Nr. 16.) 0,734 Grm. ausgehauchter Kohlensäure. Man sieht aber, dass das Minimum auf den letzten Versuch, der vor dem Tode angestellt worden, gefallen ist.

Wir werden hieraus schliessen, dass die auf die gleichen Gewichts- und Zeiteinheiten bezogenen Mengen der ausgehauchten Kohlensäure nach der Trennung der herumschweifenden Nerven kleiner, als in dem gesunden Thiere ausfallen. Diese Werthe haben ihre niedersten Grössen kurz vor dem Tode der Kaninchen. Die Versuche liefern aber nicht immer ein stetiges Sinken von Anfang bis zu Ende, weil sich andere Nebenbedingungen der Athmungsweise nachdrücklicher geltend machen können.

Die eben erwähnten Ergebnisse stimmen auch mit der bekannten Thatsache, dass die Theile, durch welche die Blutgefässe durchschimmern, wie z. B. die Lippen, die Ohren, häufig eine um so dunkelblauere Farbe annehmen, je längere Zeit seit der beiderseitigen Vagustrennung verflossen ist. Sie erklären zugleich das Sinken der Eigenwärme, auf das wir später zurückkommen. Beide Thatsa-

chen widersprechen dagegen der Angabe von Fowelin [1]), dass die doppelte Vagusdurchschneidung die Kohlensäureausscheidung der Hunde vergrössere. Eine nähere Betrachtung der Mittheilungen dieses Forschers lässt manche nicht unbegründete Bedenken gegen seine Ansicht aufkommen. Er bediente sich des Luftdurchzuges durch Kalivorrichtungen und den Athmungsbehälter mittelst des Aspirators und leitete zuletzt die Endluft, wenn ich das Ganze richtig aufgefasst habe, in einen mit Oel gefüllten Gasometer, um die noch vorhandenen Kohlensäuremengen nach der Analyse einer Probe zu bestimmen. Das Oel, das mit vieler Begierde Kohlensäure aufnimmt, dürfte hier zu Kohlensäurewerthen, in denen grössere Beobachtungsfehler enthalten waren, geführt haben. Lassen wir aber auch diesen Umstand unbeachtet und stellen die von dem Verfasser mitgetheilten Zahlen zusammen, so erhalten wir, wenn wir zugleich die Durchschnittsgrössen berechnen:

Hund.	Ausgeschiedene Kohlensäuremenge in Grammen.			
	Maximum.	Minimum.	Mittel.	
Erster . .	6,901	4,093	5,098	Gesund.
	—	—	7,735	Nach der doppelten Vagustrennung.
Zweiter .	12,251	5,850	8,916	Gesund.
	14,428	12,558	13,483	Nach der doppelten Vagusdurchschneidung.
Dritter .	8,221	7,740	7,981	Gesund.
	9,654	5,958	6,977	Nach der beiderseitigen Vagustrennung.

1) C. Fowelin De causa mortis post Nervos vagos dissectos instantis. Dorpati 1851. 8. p. 29 — 37.

Man bekam hiernach eine Vermehrung der Kohlensäuremenge in dem ersten und dem zweiten Falle, eine Verminderung dagegen in dem dritten Hunde, an dem die grösste Zahl der Versuche (8) nach der Vagusdurchschneidung gemacht werden konnte.

f. Absolute Mengen des aufgenommenen Sauerstoffes. — Wir haben früher gesehen, dass die Verhältnisswerthe der Menge des verzehrten Sauerstoffes zur ausgeschiedenen Kohlensäure nach der beiderseitigen Vagusdurchschneidung ausserordentlich steigt. Man würde hiernach beträchtlich grössere absolute Sauerstoffmassen erwarten müssen, wenn nicht die absoluten Kohlensäuregrössen herabgingen. Diese Compensation bedingt nun auch manche untergeordnete Schwankungen, die jedoch den bald zu erwähnenden Hauptsatz nicht umstossen. Wir haben:

Versuchsreihe.	Zum Grunde liegende Versuche.	Auf 1 Kilogr. Kaninchen und 1 Stunde kommende Menge aufgenommenen Sauerstoffes in Grm.			Zustand.
		Maximum	Minimum.	Mittel.	
Erste	Nr. 1, 2, 3.	0,984	0,887	0,947	Gesund.
	Nr. 8, 9, 10.	1,379	1,053	1,187	Nach der doppelten Vagusdurchschneidung.
Zweite	Nr. 11, 12.	1,195	0,958	1,077	Gesund.
	Nr. 14, 15, 16.	1,228	0,734	1,145	Nach der doppelten Vagustrennung.
Dritte	Nr. 17, 18, 19, 20.	1,438	0,945	1,122	Gesund.
	Nr. 24.	—	—	1,461	Nach der doppelten Vagustrennung.
Vierte	Nr. 25.	—	—	1,277	desgl.

Man sieht hieraus, dass die den gleichen Gewichts- und Zeiteinheiten angehörenden Mengen des aufgenommenen Sauerstoffes nach der doppelten Vagusdurchschneidung wachsen, während die

entsprechenden Kohlensäurewerthe sinken. Die relativ grössere Sauerstoffaufnahme bildet daher eine Hypercompensation der absoluten Verminderung der Kohlensäure. Da die relativ grössere Sauerstoffabsorbtion theils von der durch die Nervenverletzung erzeugten Mechanik des Athmens, theils von den Nebeneinflüssen des Aufenthaltes in dem geschlossenen Raume herrühren kann, so darf man sich auf keine weiteren Schlussfolgerungen aus diesem Ergebnisse einlassen.

Nehmen wir das Gesammtmittel, so haben wir:

Zustand.	Durchschnittliche auf 1 Kilogr. Körpergewicht und 1 Stunde kommende Menge verzehrten Sauerstoffes in Grm.	Zahl der zum Grunde liegenden Beobachtungen.
Gesund.	1,054	9
Nach der doppelten Vagusdurchschneidung.	1,217	8

Unterschied = + 0,163 = + 15,5%.

Die durchschnittliche Sauerstoffaufnahme würde daher um ungefähr $^1/_6$ bis $^1/_7$ steigen, während die mittlere Kohlensäureausscheidung fast um eben so viel abnahm.

Sondern wir wiederum die beiden ersten Versuchsreihen von der dritten, so finden wir:

Beobachtungsreihe.	Zustand.	Mittlere auf 1 Kilogr. und 1 Stunde zurückgeführte Menge verzehrten Sauersoffes in Grm.	Zahl der zum Grunde liegenden Beobachtungen.
Erste und zweite	Gesund.	0,999	5
	Nach der doppelten Vagustrennung ohne Luftröhrenfistel.	1,166	6
	Unterschied	= + 0,167 = 16,7%.	

Beobachtungsreihe.	Zustand.	Mittlere auf 1 Kilogr. und 1 Stunde zurückgeführte Menge verzehrten Sauerstoffes in Grm.	Zahl der zum Grunde liegenden Beobachtungen.
Dritte	Gesund.	1,122	4
	Nach der doppelten Vagustrennung mit Luftröhrenfistel.	1,461	1
	Unterschied	$= +0{,}339 = 30{,}2\,\%$.	

Es ist im Ganzen wahrscheinlicher, dass es nur auf zufälligen Einflüssen der Nebenbedingungen beruhte, wenn hier eine verhältnissmässig beträchtlichere Steigerung der Sauerstoffabsorption bei der Anwesenheit einer Luftröhrenfistel zum Vorschein kam. Eine grössere Reihe von Versuchen, die man an Kaninchen nach vollbrachtem Luftröhrenschnitte anstellte, würde vermuthlich zu Durchschnittswerthen mit dem entgegengesetzten Ergebnisse führen.

Vergleicht man die kurz vor dem Tode gemachten Untersuchungen Nr. 10 und Nr. 16, so sieht man, dass sie die kleinsten Sauerstoffwerthe 1,053 Grm. und 0,984 Grm. darbieten. Die intensivere Abnahme des Gaswechsels in den letzten Lebenszeiten verräth sich auch hier ebenso deutlich, als bei der Aushauchung der Kohlensäure. Die Sauerstoffabsorption (1,053 Grm.) war dessenungeachtet in dem Kaninchen der ersten Versuchsreihe kurz vor dem Tode immer noch grösser, als in dem gesunden Geschöpfe, wenn man selbst dessen Maximum (0,984 Grm.) in Betracht zieht.

g. Ausgeschiedene Wassermengen. — Wir haben schon früher gesehen, dass die Werthe der ausgetretenen Wasserdämpfe mit den meisten Beobachtungsfehlern behaftet sind und nach den Nebenverhältnissen am beträchlichsten schwanken. Man kann sich daher höchstens an die Mittelzahl jeder Versuchsreihe halten. Die Ergebnisse, welche diese eingeschränkte Vergleichung liefert, müssen auch noch unter Vorbehalt der späteren Besichtigung angenommen werden.

Man hat unter dieser Voraussetzung:

Versuchsreihe.	Zum Grunde liegende Versuche.	Mittlere auf 1 Kilogr. und 1 Stunde kommende Menge ausgetretener Wasserdämpfe in Grm.	Zustand.
Erste	Nr. 1, 2, 3.	0,578	Gesund.
	Nr. 8, 9, 10.	0,634	Nach der doppelten Vagusdurchschneidung.
	Unterschied	= + 0,056	
Zweite	Nr. 11, 12.	0,311	Gesund.
	Nr. 14, 15, 16.	1,004	Nach der doppelten Vagustrennung.
	Unterschied	= + 0,693	

Nehmen wir das Gesammtmittel, so finden wir:

Zustand.	Durchschnittliche auf 1 Kilogr. und 1 Stunde kommende Menge ausgeschiedener Wasserdämpfe in Grm.	Zahl der Beobachtungen.
Gesund.	0,400	3
Nach der beiderseitigen Vagustrennung. Ohne Luftröhrenfistel.	0,819	6

Unterschied = + 0,419.

Das Thier würde hiernach beträchtlich mehr Wasserdämpfe nach der doppelten Vagustrennung, als im gesunden Zustande ausscheiden. Die Sache liesse sich daraus erklären, dass die selteneren Athemzüge einen längeren Aufenthalt der Luft in den Lungen bedingen. Die Gase würden dann mehr durchwärmt und für höhere Temperaturgrade mit Wasserdampf gesättigt. Ich kann übrigens

nur wiederholen, dass alle diese die Wasserdünste betreffenden Schlüsse noch keine sichere Grundlage haben, so lange sie nicht durch andere genauere Erfahrungen bestätigt worden.

h. Gasweechsel und Wasserdampfausscheidung während eines Athemzuges. — Die hierher gehörenden Durchschnittswerthe gehen natürlich aus der gegenseitigen Verbindung der Zahl der Athemzüge, der Erzeugnisse des Gasweechsels und der Wasserausscheidung hervor. Da wir alle diese Beziehungen schon im Einzelnen kennen gelernt haben, so wollen wir nur die Durchschnittswerthe betrachten. Wir haben dann:

Versuchsreihe.	Zum Grunde liegende Beobachtungen.	Mittlere auf 1 Kilogr. und einen Athemzug kommende Menge in Grm.				Zustand.
		Ausgeschiedene Kohlensäure.	Verzehrter Sauerstoffes.	Stickstoffüberschuss.	Abgedunstetes Wasser.	
Erste.	Nr. 1, 2, 3.	0,000217	0,000183	0,000009	0,000126	Gesund.
	Nr. 8, 9, 10.	0,000817	0,000938	0,000149	0,000502	Nach der doppelten Vagustrennung.
	Unterschied	+0,000600	+0,000755	+0,000140	+0,000376	
Zweite.	Nr. 11, 12.	0,000296	0,000248	0,000018	0,000071	Gesund.
	Nr. 14, 15, 16.	0,000618	0,000751	0,000169	0,000673	Nach der doppelten Vagustrennung.
	Unterschied	+0,000312	+0,000503	+0,000151	0,000602	
Dritte.	Nr. 17, 18. 19, 20.	0,000220	0,000203	0,000012	0,000057	Gesund.
	Nr. 24.	0,000392	0,000500	0,000102	—	Nach der doppelten Vagusdurchschneidung.
	Unterschied	0,000172	0,000297	+0,000090	—	
Vierte.	Nr. 25.	0,000639	0,000760	0,000153	—	desgl.

Wir sehen hieraus, dass die bedeutend längeren Athemzüge, welche die beiderseitige Vagustrennung bedingt, die auf einen Athemzug kommenden Werthe aller hier in Betracht kommenden Grössen ausserordentlich steigert. Nehmen wir vorläufig das Gesammtmittel, das hier, wie wir sogleich sehen werden, weniger sicher ausfällt, so erhalten wir:

Zustand.	Mittlere auf 1 Kilogr. Körpergewicht und 1 Stunde kommende Menge in Grm.				Zahl der zum Grunde liegenden Beobachtungen.
	Ausgeschiedener Kohlensäure.	Verzehrten Sauerstoffes.	des Stickstoffüberschusses.	Ausgetretener Wasserdämpfe.	
Gesund.	0,000236	0,000206	0,000012	0,000071	7
Nach der beiderseitigen Vagusdurchschneidung.	0,000667	0,000791	0,000151	0,000588	8 und für die Wasserdämpfe 6
Unterschied	+0,000431	+0,000585	+0,000139	+0,000517	

Ein Athemzug des Kaninchens, dessen beide herumschweifenden Nerven durchschnitten worden, würde hiernach ungefähr 3 Mal so viel Kohlensäure, 12 Mal so viel Stickstoff und 8 Mal so viel Wasserdämpfe ausscheiden und beinahe 4 Mal so viel Sauerstoff zur Aufnahme bringen. Bedenkt man aber, dass die in der dritten Versuchsreihe angelegte Luftröhrenfistel die Abnahme der Anzahl der Athemzüge, welche der beiderseitigen Vagustrennung nachfolgt, beträchtlich verkleinert, so folgt, dass unser Gesammtmittel geringere Unterschiede liefert, als ohne diesen Nebenumstand herauskommen. Wir werden daher richtiger verfahren, wenn wir die Durchschnittswerthe der beiden ersten Versuchsreihen dem der dritten gegenüberstellen und so erst die nöthigen Einzelschlüsse zu ziehen suchen.

Wir erhalten dann:

Zustand.	Mittlere auf 1 Kilogr. und 1 Athemzug kommende Menge in Grm.				Zahl der zum Grunde liegenden Beobachtungen.
	Ausgeschiedener Kohlensäure.	Verzehrten Sauerstoffes.	des Stickstoffüberschusses.	Ausgetretener Wasserdämpfe.	
Gesund.	0,000249	0,000209	0,000013	0,000104	5
Nach der doppelten Vagustrennung, ohne Luftröhrenfistel.	0,000719	0,000845	0,000159	0,000588	6
Unterschied=	+ 0,000470	+0,000636	+ 0,000146	+0,000484	
Gesund.	0,000220	0,000203	0,000012	0,000057	4
Nach doppelter Vagustrennung, mit Luftröhrenfistel.	0,000392	0,000500	0,000102	—	1
Unterschied=	+ 0,000172	+ 0,000297	0,000090	—	

Diese Mittelgrössen lehren, dass ein Athemzug von Kaninchen, denen die beiden herumschweifenden Nerven durchschnitten, in welchen aber keine Luftröhrenfistel angelegt worden, im Durchschnitt beinahe drei Mal so viel Kohlensäure, 12 Mal so viel Stickstoff und 5 bis 6 Mal so viel Wasserdämpfe ausführt und mehr als 4 Mal so viel Sauerstoff zur Aufnahme bringt, als ein Athemzug des gesunden, in einem geschlossenen Raume befindlichen Thieres gleicher Art. Da die Anwesenheit einer Luftröhrenfistel die einer Zeiteinheit entsprechenden Menge der Athemzüge, die man sonst nach der doppelten Vagusdurchschneidung antrifft, beträchtlich erhöht, so ergiebt sich von selbst, dass die einem Athemzuge entsprechende Vermehrung wesentlich kleiner ausfallen wird. Die dritte Versuchsreihe ergiebt daher weniger als das Doppelte für die ausgeschiedene Kohlensäure, nicht ganz das 9fache für den freigewordenen Stickstoff und nur das $2\frac{1}{2}$fache für den verzehrten Sauerstoff.

i. Eigenwärme des Thieres. — Ich habe schon früher erwähnt, dass ich nur die Wärme des Mastdarmes bestimmte, weil alle Prüfungen, die man an verschiedenen Hautstellen anstellt, die beträchtlichsten Beobachtungsfehler einschliessen können. Die aus ihnen gezogenen Schlüsse entbehren daher der nöthigen Sicherheit. Halten wir uns zunächst an die Mittelgrössen, so finden wir:

Versuchsreihe.	Zum Grunde liegende Beobachtungen.	Mittlere Eigenwärme im Mastdarme in Celsiusgraden.	Zustand.
Erste . .	No. 4. (Vor der Operation.)	39°,2	Gesund.
	No. 8. 9. 10.	36°,4	Nach der doppelten Vagustrennung.
	Unterschied	= — 2°,8	
Zweite .	No. 11. 12.	37°,8	Gesund.
	No. 14. 15. 16.	36°,6	Nach der doppelten Vagusdurchschneidung.
	Unterschied	= — 1°,2	
Dritte .	No. 17. 18. 19. 20.	39°,0	Gesund.
	No. 24.	38°,2	Nach der beiderseitigen Vagusdurchschneidung.
	Unterschied	= — 0°,8	
Vierte .	No. 25.	34°,4	Desgl.

Wir sehen hieraus zunächst, dass die mittlere Temperaturerniedrigung bei Anwesenheit einer Luftröhrenfistel etwas kleiner ausfiel, als wenn dieser Nebenumstand nach der doppelten Vagustrennung mangelte.

Nehmen wir das Gesammtmittel, in dem wir No. 25 unberücksichtigt lassen, so haben wir:

Zustand.	Mittlere Eigenwärme im Mastdarme in Celsiusgraden.	Zahl der zum Grunde liegenden Beobachtungen.
Gesund.	38°,7	7
Nach der doppelten Vagusdurchschneidung.	36°,7	7

Unterschied $= -2°,0 = 5,2\ \%$ des Anfangswerthes.

Die Eigenwärme sinkt daher verhältnissmässig weit weniger, als die Anzahl der Athemzüge und ungefähr nur um $^1/_3$ der relativen procentigen Abnahme der ausgeschiedenen Kohlensäure — eine Thatsache, die sich nach dem, was wir über die Quellen der thierischen Wärme wissen, erwarten liess.

Die Wärmemessungen der beiden ersten Versuchsreihen zeigen, dass im Allgemeinen die Temperatur des Mastdarmes nach der doppelten Vagusdurchschneidung fortwährend abnimmt.

Wir haben:

Versuchsreihe.	Zum Grunde liegende Beobachtung.	Zeit, die seit der doppelten Vagustrennung bis zur Wärmebestimmung verflossen, in Stunden u. Minuten.	Eigenwärme im Mastdarme.
Erste . . .	No. 8	1 Stunde 25 Minuten.	38°,8
	No. 9	6 St. 6 M.	38°,3
		7 St. 18 M.	37°,4
	No. 10	25 St. 27 M.	33°,1
Zweite . . .	No. 14	1 St. 21 M.	36°,7
	No. 15	7 St. 47 M.	37°,3
	No. 16	24 St. 45 M.	35°,9
		29 St. 22 M.	36°,4

Die erste Versuchsreihe liefert ohne Weiteres eine stetige Abnahme. Man hat dagegen eine Erhöhung in No. 15 und der zweiten Prüfung von No. 16. Dieser Umstand rührte wahrscheinlich von der Aufregung und den Muskelbewegungen des Thieres her.

Das Kaninchen der ersten Versuchsreihe starb, während sich das Thermometer im Mastdarme befand, und das der zweiten unmittelbar, nachdem die zweite Beobachtung von No. 16 angestellt worden. Die letztere Erfahrung lehrt, dass die Aufregung und die Muskelbewegungen noch eine merkliche Wärmeerhöhung in der letzten Lebenszeit, in der die Temperatur am tiefsten steht, hervorrufen können.

Der Unterschied der ersten und der letzten, nach der doppelten Vagusdurchschneidung angestellten Prüfung betrug 5°,7 C. in der ersten und 0,3 % in der zweiten Beobachtungsreihe. Die Differenz des Maximum und des Minimum der überhaupt gefundenen Wärmegrade glich hier 1°,4 C.

Die Trennung des zweiten herumschweifenden Nerven führt nicht sogleich zu einer merklichen Abnahme der Eigenwärme des Mastdarmes. Die durch das Halten und die Verwundung bedingte Aufregung und die Widerstandsbewegungen des Thieres können sogar eine augenblickliche Erhöhung herbeiführen. Wir haben z. B.:

Versuchsreihe.	Beobachtungsnummer.	Zeitumstände.	Eigenwärme im Mastdarme in Celsiusgraden.
Erste . . .	No. 8.	6 Minuten vor der Trennung des zweiten Vagus.	38°,7
		3 Minuten nach derselben.	39°,7
		1 Stunde 25 Minuten nach ihr.	38°,8

Die Abkühlung der Leichname von Kaninchen, die nach der beiderseitigen Lähmung der herumschweifenden Nerven gestorben sind, erfolgt eben so langsam, als die der in vollem Gesundheitszustande erstickten Thiere. Man hatte z. B. in No. 10:

Im Augenblicke des Todes Eigenwärme des Mastdarmes
= 33°,1 C.

47 Minuten später . . . . . = 32°,6 C.

Unterschied = 0°,5 C.

Die Wärme der umgebenden Luft betrug gleichzeitig 17° bis 18° C.

Wir haben früher gesehen, dass die absoluten Mengen der Kohlensäure nach der beiderseitigen Vagustrennung sinken und ihre kleinsten Werthe kurz vor dem Tode darbieten. Die Schwankungen der Eigenwärme befolgen den gleichen Gang, wie wir eben wahrgenommen haben. Die Verhältnisse der Sauerstoffaufnahme weichen aber hiervon wesentlich ab. Der verzehrte Sauerstoff wächst nach der doppelten Vagustrennung und besitzt höchstens sein Minimum in der letzten Lebenszeit, wie wenigstens No. 10 der ersten und No. 16 der zweiten Versuchsreihe nachweisen. Diese Thatsachen zeigen zunächst, dass die Kohlensäureausscheidung einen sichereren Maassstab für die Beurtheilung der Stärke des Verbrennungsprocesses und der Grösse der Eigenwärme, als die Aufnahme des Sauerstoffes bildet. Sie erklären auch, weshalb das merklichste Sinken der Eigenwärme in den letzten Lebenszeiten eintritt, in denen nicht blos die absoluten Mengen der ausgeschiedenen Kohlensäure, sondern auch die des eingenommenen Sauerstoffes beträchtlicher abnehmen. Man kann natürlich nach unseren gegenwärtigen Kenntnissen nicht bestimmen, was aus den überschüssigen Sauerstoffmengen der früheren Zeiten wird Mögen sie aber zur Wasserbildung oder zu nicht so vollständigen Elementaranalysen, sondern nur zu organischen höheren Oxydationen der Bestandtheile des Thieres verbraucht werden, so werden nur die zur Kohlensäureerzeugung verwandten Sauerstoffmassen die höhere Eigenwärme jener vorangehenden Perioden anzeigen.

Diese Thatsache kann uns zu einer Hypothese führen, die vielleicht die Todesursache der operirten Thiere richtiger angiebt, als alle bis jetzt aufgestellten Vermuthungen (Verengerung der Stimmritze, Lähmung des grössten Theiles der Kehlkopfmuskeln, der Muskulatur der Luftröhre und der Bronchien, die Lungenentartung, die Ueberreizung und endliche Lähmung des Herzens). Betrachtet man nämlich die Kaninchen, deren herumschweifende Nerven durchschnitten worden, so sieht man, dass sie häufig durch einen sie treffenden, scheinbar unbedeutenden Nebenumstand rasch zu Grunde gehen, wenn sie sich auch kurz vorher verhältnissmässig wohl befunden haben. Das Thier der ersten Versuchsreihe starb, nachdem ihm der Thermometer in den Mastdarm gebracht worden und es sich etwas gewehrt hatte, das zweite, als es sich in einer Blechbüchse eingeschlossen auf der Waage befand und das vierte, nachdem es sich lebhaft im Athmungsbehälter bewegt hatte. Man kann nicht sagen, dass dabei die Athembeschwerden in sehr auffallendem Grade kurz vor dem Tode zugenommen hatten. Das Blut besass dagegen eine dunklere Farbe in den letzten Lebenszeiten. Sollte nicht die Abnahme der Kohlensäureausscheidung und die reichlichere Einsaugung und anderweitige Verwendung des Sauerstoffes eine Blutmischung allmählig herstellen, durch welche die Thätigkeiten des Nervensystemes nur mit Mühe und endlich gar nicht mehr unterhalten werden? Dieses könnte erklären, weshalb zuletzt scheinbar unbedeutende Nebenumstände tödtlich wirken oder das Leben allmählich erlischt, wenn solche schädliche Einflüsse ausbleiben.

§ 6. Anlegung der Halswunde.

Die unter No. 4 und 5 angestellten Beobachtungen hatten zum Zweck, die Veränderungen kennen zu lernen, welche die der Nervendurchschneidung vorangehenden Verwundungen herbeiführen.

Da das Verhältniss der ausgehauchten Kohlensäure zu dem verzehrten Sauerstoffe dem Volumen nach 1:1,15 bis 1:1,21 und daher

dem Gewichte nach 1:0,87 bis 1:0,88 betrug, so sehen wir, dass die Anlegung der Halswunde keinen wesentlichen Unterschied in dieser Hinsicht erzeugt hat. Das Verhältniss des aufgenommenen Sauerstoffes zu dem ausgehauchten Stickstoffe war 1:0,032. Es lag mithin innerhalb der Grenzen, welche gesunde Kaninchen nach dem hier befolgten Versuchsverfahren darboten.

Betrachten wir die absoluten 1 Kilogr. und 1 Stunde entsprechenden Mengen der ausgehauchten Kohlensäure, des verzehrten Sauerstoffes und der ausgeschiedenen Wasserdämpfe, so finden wir, dass alle diese Grössen einen kleineren Werth unmittelbar nach der Anlegung der Halswunde und einen grösseren einen Tag später in Anspruch nahmen. Wir haben:

Versuchsreihe.	Zustand.	Auf 1 Kilogr. und 1 Stunde kommende Menge in Grm.		
		ausgehauchter Kohlensäure.	verzehrten Sauerstoffes.	ausgeschiedener Wasserdämpfe.
Mittel aus No. 1. 2. 3.	Gesund.	1,116	0,947	0,578
No. 4.	Unmittelbar nach der Anlegung der Halswunde.	1,208	1,051	1,108
No. 5.	Einen Tag später.	1,278	1,122	1,424
Unterschied von No. 4 u. 5 =		+0,070=	+0,071	+0,316
Mittel von No. 4 u. 5 =		1,243	1,087	1,266
Unterschied des Mittels von No. 1. 2. 3. u. von No. 4 =		+0,092	+0,104	0,530
Unterschied des Mittels von No 1. 2. 3. u. von No 4 u. 5 =		+0,127	0,140	+0,688

Diese Tabelle zeigt zunächst, dass eine so tiefe Verletzung, wie die Blosslegung der beiden Halsstämme der herumschweifenden Nerven, die den gleichen Gewichts- und Zeiteinheiten entsprechenden Mengen der ausgehauchten Kohlensäure, des verzehrten Sauerstoffes und der ausgetretenen Wasserdünste im Vergleich mit den Mittelwerthen des ruhigen gesunden Zustandes erhöht. Das Maximum dieser Vergrösserung erscheint aber erst einen Tag später, wenn die sogenannte fieberhafte Reaction und die bald nachfolgenden reichlichen Ausschwitzungen einer weissen oder gelblichweissen, käseartigen Masse nachfolgen. Die Zunahme der erwähnten Ausscheidungen fällt so stark aus, dass das Mittel der Verwundungstage von dem des gesunden Zustandes mehr abweicht, als die Einzelwerthe der ersten nach der Anlegung der Halswunde verfliessenden Zeitgrösse.

Die für 1 Kilogr. und 1 Athemzug berechneten Durchschnittsmengen liefern ebenfalls eine geringe Erhöhung für die ersten, der Verletzung nachfolgenden Zeiten. Wir haben:

Versuchsnummer.	Zustand.	Mittlere auf 1 Kilogr. Körpergewicht u. 1 Athemzug kommende Menge in Grm.		
		Ausgehauchte Kohlensäure.	Verzehrter Sauerstoff.	Ausgeschiedene Wasserdämpfe.
Mittel aus No. 1. 2. 3.	Gesund.	0,000217	0,000183	0,000126
No. 4.	Unmittelbar nach Anlegung der Halswunde.	0,000224	0,000195	0,000206
	Unterschied=	+0,000007	+0,000012	+0,000080

Die Wahrheit der Normen, welche uns die eben angeführten Beobachtungen kennen gelernt haben, lässt sich auch in man-

chen anderen Versuchen wiedererkennen. Betrachten wir z. B. No. 6 und 7 der ersten Versuchsreihe, so erhalten wir ebenfalls kleinere Werthe der überschüssigen Kohlensäure und des fehlenden Sauerstoffes unmittelbar nach der Durchschneidung des einen herumschweifenden Nerven, als am folgenden Tage. Dasselbe wiederholt sich in No. 14 und No. 15 nach der doppelten Vagustrennung. Die Beobachtung No. 21, die $20^1/_2$ Stunden nach der Durchschneidung der beiden unteren Kehlkopfsnerven gewonnen worden, giebt beträchtlich niederere Kohlensäure- und Sauerstoffzahlen, als No. 22, welche einer Zwischenzeit von 45 Stunden nach der Nerventrennung entspricht.

§. 7. Durchschneidung des Halsstammes des herumschweifenden Nerven einer Seite.

Die unbestimmte Lebensdauer, welche die Lähmung eines herumschweifenden Nerven gestattet, muss schon zu dem Schlusse führen, dass hier jene durchgreifenden Störungen, die wir als Folgen der doppelten Vagustrennung kennen gelernt, ausbleiben. Obgleich dieser Satz durch die oben mitgetheilten Einzelerfahrungen bestätigt worden, so zeigen sie doch zu gleicher Zeit, dass die Durchschneidung des einen Halsstammes der herumschweifenden Nerven im Anfange nicht immer so unschuldig ist, als man auf den ersten Blick glauben würde. Lebt das Thier in scheinbarer Gesundheit länger fort, so gleichen sich vermuthlich die bald zu erwähnenden Abweichungen allmählig aus.

Ich sagte absichtlich: „nicht immer“, weil die beiden parallelen Versuchsreihen, die uns hier zu Gebote stehen, ein deutliches Bild der auftretenden Schwankungen liefern. Das Kaninchen der ersten Versuchsreihe litt mehr durch die einseitige Vagustrennung, als das der zweiten. Die Ursache dieses Unterschiedes lässt sich ebenfalls angeben. Ich hatte die beiden herumschweifenden Nerven in der ersten Beobachtungsreihe blossgelegt und das Thier zwei Tage lang in diesem Zustande geprüft. Als ich den einen herumschweifenden

Nerven am folgenden Tage trennen wollte, musste ich mich durch reichliche käsigte Ausschwitzungsmassen durcharbeiten und so eine schmerzhaftere neue Verwundung einleiten, um zum Ziele zu gelangen. Die Operation war dagegen in der zweiten Versuchsreihe einfacher, weil hier die Anlegung der Halswunde und die einseitige Vagusdurchschneidung zusammenfielen.

a. Zahl der Athemzüge. — Die Vergleichung der Durchschnittszahlen, welche die beiden ersten Versuche geliefert haben, kann den eben erwähnten Unterschied näher versinnlichen. Wir haben:

Versuchsreihe.	Zum Grunde liegende Versuche.	Zustand des Thieres.	Mittlere Zahl der Athemzüge in der Minute.
Erste . . .	No. 1. 2. 3.	Gesund.	87,07
	No. 6	Unmittelbar nach der Vagusdurchschneidung.	85,83
	No. 7	Den folgenden Tag.	82,67
Zweite . .	No. 11. 12.	Gesund.	72,60
	No. 13	Tags zuvor den Vagus durchschnitten.	78,70

Die einseitige Vagustrennung erzeugte daher eine kleine durchschnittliche Abnahme der mittleren, einer Zeiteinheit entsprechenden Anzahl der Athemzüge in der ersten und eine nicht bedeutende Erhöhung in der zweiten Versuchsreihe.

b. Art der Athmung. — Wie die Menge der Athembewegungen nicht in dem Maasse abnimmt, als nach der doppelten Vagustrennung, so fehlt auch hier jene eigenthümliche, von langen Pausen unterbrochene Ein- und Ausathmungsweise, die wir in dem vorigen Paragraphen kennen gelernt haben. Sie kann aber, wenn die Luftröhre mit Schleim oder Blut theilweise verstopft ist oder an-

dere Athmungshindernisse einwirken, auftreten. Die näheren Belege hierfür sind in den später mitgetheilten Athmungscurven gegeben. Die verletzten Thiere haben eine etwas grössere Neigung zur Bauchathmung, wenn sie geängstigt werden oder sich in einer kohlensäurereicheren Gasmischung aufhalten.

c. Verhältniss der ausgeschiedenen Kohlensäure zum aufgenommenen Sauerstoffe. — Die Richtigkeit des zuletzt erwähnten Satzes bekräftigt sich in der uns jetzt beschäftigenden Erscheinung auf das Deutlichste. Die Geneigtheit zu einer beschwerlicheren Athmungsmechanik unter Veranlassungen, welche diese Wirkung in vollkommen gesunden Geschöpfen nicht ausüben, führt zu relativ höheren Verhältnisswerthen des aufgenommenen Sauerstoffes, wie sie nur unter besonderen Nebenbedingungen oder gar nicht von gesunden Geschöpfen erreicht werden. Sie steigen aber anderseits nicht so beträchtlich, als nach der doppelten Vagustrennung. Wir haben:

Versuchsreihe.	Zum Grunde liegende Versuche.	Zustand.	Verhältniss der ausgeschiedenen Kohlensäure = 1 zum verzehrten Sauerstoff					
			dem Volumen nach.			dem Gewichte nach.		
			Maximum.	Minimum.	Mittel.	Maximum.	Minimum.	Mittel.
Erste . .	No. 1. 2. 3.	Gesund.	1,26	1,11	1,177	0,91	0,84	0,86
	No. 6. 7.	Rechter Vagus durchschnitten.	1,45	1,19	1,32	1,05	0,87	0,96
	No. 8. 9. 10.	Trennung beider herumschweifender Nerven.	1,68	1,55	1,60	1,21	1,13	1,16
Zweite .	No. 11. 12.	Gesund.	1,26	1,08	1,17	0,92	0,78	0,85
	No. 13.	Ein Vagus durchschnitten.	—	—	1,32	—	—	0,96
	No. 14. 15. 16.	Trennung beider Vagi.	1,87	1,39	1,70	1,36	1,01	1,24

Man sieht, dass diese Tabelle die oben gemachten Bemerkungen ausnahmslos bestätigt.

d. Stickstoffüberschuss. — Die in den vorigen Paragraphen dargestellten Verhältnisse und die eben gegebenen Erläuterungen lassen von vorn herein erwarten, dass die Kaninchen, denen ein herumschweifender Nerv durchschnitten worden, die Geneigtheit besitzen, merklich grössere Stickstoffüberschüsse, als ein gesundes Thier, und kleinere, als ein Kaninchen, dem beide herumschweifende Nerven getrennt worden, darzubieten. Wir haben in der That:

Versuchsreihe.	Zum Grunde liegende Versuchsnummer	Zustand.	Stickstoffüberschuss u. Beobachtungsfehler.					
			Absolute Menge in Grm. für 1 Kilogr. Thier u. 1 Stunde.			Gewichtsverhältniss des verzehrten Sauerstoffes — 1 zu dem Stickstoffüberschusse.		
			Maximum.	Minimum.	Mittel.	Maximum.	Minimum.	Mittel.
Erste	No. 2. 3.	Gesund.	0,083	0,012	0,048	0,084	0,013	0,049
	No. 6. 7.	Ein Vagus durchschnitten.	0,144	0,094	0,119	0,150	0,084	0,067
	No. 8. 9. 10.	Beide Vagi getrennt.	0,207	0,153	0,187	0,197	0,111	0,160
Zweite	No. 11. 12.	Gesund.	0,090	0,060	0,075	0,076	0,063	0,070
	No. 13.	Ein Vagus durchschnitten.	—	—	0,054	—	—	0,037
	No. 14. 15. 16.	Trennung beider Vagi.	0,312	0,175	0,259	0,349	0,179	0,254

Das Kaninchen der ersten Versuchsreihe zeigte durchgehends eine absolute und eine relative Erhöhung der Stickstoffausscheidung, während das der zweiten von den gewöhnlichen Verhältnissen in dieser Beziehung nicht abwich. Der Eingriff hatte auch das letztere Thier weniger gereizt. Der eine herumschweifende Nerv war überdiess schon Tags vorher durchschnitten worden.

e. Absolute Menge der ausgeschiedenen Kohlensäure. — Beide Versuchsreihen zeigen keine beständige Vermehrung der ausgehauchten Kohlensäure nach der einseitigen Vagustrennung. Die erste lehrt zugleich, dass der Kohlensäurewerth unmittelbar nach der Operation kleiner, als früher ausfallen kann. Wir finden:

Versuchsreihe.	Zum Grunde liegende Versuche.	Zustand.	Absolute, auf 1 Kilogr. und 1 Stunde kommende Menge der Kohlensäure in Grm.		
			Maximum.	Minimum.	Mittel.
Erste . .	No. 1. 2. 3.	Gesund.	1,206	0,974	1,116
	No. 6. 7.	Ein Vagus durchschnitten.	1,321	0,921	1,121
Zweite .	No. 11. 12.	Gesund.	1,524	1,045	1,385
	No. 13.	Ein Vagus getrennt.	—	—	1,513

f. Absolute Menge des verzehrten Sauerstoffes. — Obgleich eine Geneigtheit zur Aufnahme grösserer verhältnissmässiger Sauerstoffmengen vorhanden ist, so sind doch die absoluten Quantitäten keineswegs beständig erhöht. Wir erhalten:

Versuchsreihe.	Zum Grunde liegende Beobachtungen.	Zustand.	Auf 1 Kilogr. und 1 Stunde kommende Menge verzehrten Sauerstoffes in Grm.		
			Maximum	Minimum.	Mittel.
Erste . .	Nr. 1, 2, 3.	Gesund.	0,984	0,887	0,947
	Nr. 6, 7.	Ein Vagus durchschnitten.	1,141	0,966	1,054
Zweite .	Nr. 11, 12.	Gesund.	1,195	0,958	1,077
	Nr. 13.	Ein Vagus getrennt.	—	—	1,447

Die stärkere Sauerstoffaufnahme nach der einseitigen Vagustrennung spricht sich in der zweiten Versuchsreihe und nur in dem Mittelwerthe der ersten, nicht aber in den Einzelnzahlen, welche der gegenseitige Vergleich von Nr. 6, Nr. 1 und Nr. 3 liefert, aus.

g. Ausgeschiedene Wasserdämpfe. — Hält man sich an die in den beiden Haupttabellen verzeichneten Grössen, so findet man:

Versuchsreihe.	Zum Grunde liegende Beobachtungen.	Zustand.	Auf 1 Kilogr. und 1 Stunde kommende Menge in Grm.		
			Maximum	Minimum.	Mittel.
Erste . .	Nr. 3.	Gesund.	—	—	0,578
	Nr. 6, 7.	Ein Vagus durchschnitten.	0,861	0,776	0,819
Zweite .	Nr. 11, 12.	Gesund.	0,316	0,305	0,311
	Nr. 13.	Ein Vagus durchschnitten.	—	—	0,584

Die Menge der ausgehauchten Wasserdämpfe würde hiernach schon nach der einfachen Vagustrennung merklich zunehmen. Ich kann jedoch nur wiederholen, dass alle die Wasserwerthe betreffenden Schlüsse mit einem gewissen Rückhalte angenommen werden dürfen, weil hier die verhältnissmässig beträchtlichsten Beobachtungsfehler vorkommen.

h. Gaswechsel und Wasserausscheidung während eines Athemzuges. — Die Tabelle der Mittelgrössen liefert in dieser Hinsicht:

Versuchsreihe.	Zum Grunde liegende Beobachtungen.	Durchschnittliche auf 1 Kilogr. und einen Athemzug kommende Menge in Grm.			
		Ausgeschiedene Kohlensäure.	Verzehrter Sauerstoff.	Stickstoffübersehuss.	Ausgetretene Wasserdämpfe.
Erste . .	Nr. 1, 2, 3.	0,000217	0,000183	0,000009	0,000126
	Nr. 6, 7.	0,000223	0,000209	0,000024	0,000163
Zweite .	Nr. 11, 12.	0,000296	0,000248	0,000018	0,000071
	Nr. 13.	0,000320	0,000306	0,000011	0,000124

Man hat daher hier eine geringe, aber durchgehende Vergrösserung der mittleren, einem Kilogramm und einer Stunde entsprechenden Mengen der ausgehauchten Kohlensäure, des verzehrten Sauerstoffes, des die Beobachtungsfehler einschliessenden Stickstoffüberschusses und der entfernten Wasserdämpfe. Die Erhöhung fällt aber merklich kleiner aus, als nach der von der Anlegung einer Luftröhrenfistel begleiteten doppelten Vagustrennung. Der Unterschied ist daher noch grösser, wenn man die hier vorliegenden Werthe mit denen vergleicht, welche die beiderseitige Durchschneidung der Vagi bei gleichzeitiger Unversehrtheit der Luftröhre ergeben hatte.

i. Eigenwärme. — Ich konnte hier keinen beständigen und wesentlichen Unterschied von gesunden Geschöpfen bemerken. Der Mastdarm lieferte z. B.:

Versuchsreihe.	Zum Grunde liegende Beobachtungen.	Zustand.	Eigenwärme im Mastdarme.		
			Maximum	Minimum	Mittel.
Erste .	Nr. 4, 5.	Nach der Anlegung der Halswunde.	39°,4	38°,5	39°,0
	Nr. 6, 7.	Ein Vagus durchschnitten.	38°,6	37°,5	38°,1
Zweite .	Nr. 11, 12.	Gesund.	37°,8	37°,8	37°,8
	Nr. 13.	Nach einseitiger Vagustrennung.	—	—	37°,8

Man bemerkt daher gar keine Differenz in der zweiten und eine geringe Abnahme in der ersten Versuchsreihe.

§. 8. Trennung der unteren Kehlkopfäste der herumschweifenden Nerven.

Die dritte Versuchsreihe kann deutlich nachweisen, dass dieser Eingriff weit mächtiger wirkt, als die Trennung eines herumschweifenden Nerven. Die hier zum Vorschein kommenden Erfolge nähern sich in vieler Hinsicht am meisten denen der doppelten Vagustrennung, obgleich immer noch die Kluft, welche die Einflüsse der Lähmung der beiden rücklaufenden Nerven von denen der Unthätigkeit der Vagi trennt, beträchtlich genug ausfällt. Die letztere führt den Tod in kurzer Zeit mit Sicherheit herbei. Kaninchen dagegen, deren rücklaufende Nerven durchschnitten worden, können Wochen lang fortleben, wenn sie nicht früher durch Nebenzufälle, z. B. durch Unregelmässigkeiten des Schlingmechanismus, die durch Schreck bei dem Essen erzeugt worden, an Erstickung zu Grunde gehen.

a. Zahl der Athemzüge. — Obgleich sie merklicher, als nach der einseitigen Vagustrennung abnimmt, so erreicht die Erniedrigung doch nicht den kleinen Werth, den wir nach der doppelten Vagusdurchschneidung mit Anlage einer Luftröhrenfistel angetroffen haben. Sie steht daher hinter der Verkleinerung, welche der Mangel der Luftröhrenfistel nach der zweifachen Lähmug des herumschweifenden Nerven erzeugte, um so mehr zurück. Die dritte Versuchsreihe lieferte in dieser Hinsicht:

Versuchsreihe.	Zum Grunde liegende Versuche.	Zustand des Thieres.	Mittlere Zahl der Athemzüge in der Minute.		
			Maximum.	Minimum.	Mittel.
Dritte	No. 17 18 19 20	Gesund.	96,3	85,0	92,46
	No. 21 22 23	Die beiden Recurrentes durchschnitten.	92,5	67,5	79,30
	No. 24	Trennung beider herumschweifenden Nerven und Luftröhrenfistel.	—	—	48,75

Die drei Mittel verhalten sich hier wie 1 : 0,86 : 0,53.

Betrachtet man Nr. 21, 22 und 23 genauer, so sieht man, dass die Durchschnittsmenge der Athemzüge fortwährend abnahm. Man hatte:

Versuch.	Nebenverhältnisse.	Mittlere, der Minute entspreehende Zahl der Athemzüge.
No. 21	Tags vorher die unteren Kehlkopfnerven durchschnitten.	92,5
No. 22	Einen Tag später	78,0
No. 23	Zwei Tage später	67,5

Der Versuch, der am ersten Tage nach der Trennung der untern Kehlkopfzweige angestellt worden, zeigte keinen Unterschied von dem Normalmittel des gesunden Tieres. Die mittlere Zahl der Athemzüge hatte aber an dem zweiten Tage merklich und an dem dritten noch beträchtlicher abgenommen.

b. Art des Athmens. — Die Thiere athmen hier in hohem Grade beengt und rasselnd oder pfeifend. Die langen Pausen und die übrigen stürmischen Erscheinungen, die wir nach der doppelten Vagusdurchschneidung kennen gelernt haben, fehlen gänzlich oder finden sich nur theilweise ein, wenn sich das Thier in einer kohlensäurereicheren Atmosphäre aufhält.

c. Verhältniss der ausgeschiedenen Kohlensäure zum verzehrten Sauerstoffe. — Die beiden Uebersichtstabellen geben in dieser Hinsicht:

Versuchsreihe.	Zum Grunde liegende Versuche.	Zustand des Thieres.	Verhältniss der ausgeschiedenen Kohlensäure = 1 zum aufgenommenen Sauerstoff					
			dem Volumen nach.			dem Gewichte nach.		
			Maximum.	Minimum.	Mittel.	Maximum.	Minimum.	Mittel.
Dritte.	Nr. 17, 18, 19, 20.	Gesund.	1,56	1,17	—	1,13	0,85	1,31
	Nr. 21, 22, 23.	Durchschneidung der Recurrentes	1,54	1,36	—	1,04	0,99	1,45
	Nr. 24.	nach der doppelten Vagustrennung mit Luftröhrenfistel.	—	—	1,76	—	—	1,76

Die Athmungshindernisse, welche die Trennung der beiden untern Kehlkopfzweige erzeugt, führen zu einer verhältnissmässig grösseren Sauerstoffaufnahme. Sie erreicht aber nicht jene hohen Werthe, welche die Durchschneidung der beiden Vagusstämme bedingt.

d. Stickstoffüberschuss. — Er geht, wie sich erwarten lässt, der Erhöhung der verhältnissmässigen Sauerstoffaufnahme parallel. Wir haben:

Versuchsreihe.	Zum Grunde liegende Versuchsnummer.	Zustand.	Stickstoffüberschuss und Beobachtungsfehler.					
			Absolute Menge in Grm. für 1 Kilogr. Thier und eine Stunde.			Gewichtsverhältniss des verzehrten Sauerstoffes = 1 zum ausgeschiedenen Stickstoff.		
			Maximum.	Minimum.	Mittel	Maximum.	Minimum	Mittel
Dritte	Nr. 17. 18, 19, 20.	Gesund.	0,081	0,0047	0,055	+0,081	−0,0048	0,048
	Nr. 21, 22. 23.	Beide Recurrentes getrennt.	0,163	0,141	0,153	0,155	0,113	0,136
	Nr. 24.	Durchschneidung beider Vagi und Luftröhrenfistel.	—	—	0,297	—	—	0,203

Alles, was in dieser Hinsicht bei Gelegenheit der beiden herumschweifenden Nerven gesagt worden, lässt sich auch hier anwenden.

e. Absolute Menge der ausgeschiedenen Kohlensäure. — Sie lieferte keine scharf ausgesprochene Ab- oder Zunahme. Man erhält:

Versuchsreihe.	Zum Grunde liegende Versuche.	Zustand.	Absolute Menge der Kohlensäure in Grm. für 1 Kilogr. und 1 Stunde.		
			Maximum.	Minimum.	Mittel.
Dritte	Nr. 17, 18, 19, 20.	Gesund.	1,692	0,886	1,185
	Nr. 21, 22, 23.	Beide Recurrentes getrennt.	1,466	0,887	1,108
	Nr. 24.	Beide Vagi durchschnitten und Luftröhrenfistel.	—	—	1, 147

Vergleicht man die Einzelversuche, welche nach der Trennung der unteren Kehlkopfzweige angestellt worden, so sieht man, dass die grösste Kohlensäuremenge am zweiten Tage nach der Nerventrennung ausgehaucht wurde. Man hat:

Versuch.	Zustand.	Absolute in Grm. ausgedrückte Kohlensäuremenge für 1 Kilogr. Körpergewicht und 1 Stunde.
Dritte	Tags vorher die Recurrentes durchschnitten.	0,887
	Einen Tag später.	1,466
	Zwei Tage später.	0,972

Dieses Ergebniss lässt sich aus der Reaction, welche der Anlegung der Wunde folgte, wie wir früher gesehen, erklären.

f. Absolute Aufnahme von Sauerstoff. — Obgleich die reichlichere Sauerstoffaufnahme etwas bestimmtere Unterschiede her-

beiführen sollte, so fallen diese doch immer noch im Ganzen genommen nicht sehr scharf aus. Wir haben:

Versuchsreihe.	Zum Grunde liegende Versuche.	Zustand.	Absolute in Grm. ausgedrückte Menge des verzehrten Sauerstoffes für 1 Kilogr. Körpergewicht und 1 Stunde.		
			Maximum.	Minimum.	Mittel.
Dritte.	Nr. 17. 18. 19. 20.	Gesund.	1,438	0,945	1,122
	Nr. 21. 22. 23.	Die Recurrentes durchschnitten.	1,442	0,993	1,150
	Nr. 24.	Trennung beider Vagi und Luftröhrenfistel.	—	—	1,461

Die Reactionserhöhung des zweiten Tages tritt auch hier mit Deutlichkeit hervor. Nr. 21 giebt 0,993 Grm., Nr. 22 1,442 Grm. und Nr. 23 1,015 Grm.

g. Ausgeschiedene Wasserdämpfe. — Die Mittelwerthe liefern hier schon eine merkliche Steigerung, die sich aber nicht so bestimmt in den Grenzgrössen verräth. Wir finden:

Versuchsreihe.	Zum Grunde liegende Versuche.	Zustand.	Auf 1 Kilogr. und 1 Stunde kommende Menge ausgetretener Wasserdämpfe in Grm.		
			Maximum.	Minimum.	Mittel.
Dritte.	Nr. 17. 18. 19. 20.	Gesund.	0,427	0,227	0,304
	Nr. 21. 22. 23.	Beide Recurrenten durchschnitten.	0,679	0,297	0,461

h. Gaswechsel und Wasserausscheidung während eines Athemzuges. — Die geringere Abnahme der mittleren Anzahl der Athemzüge und die weniger bedeutende Vergrösserung der Mengen der ausgehauchten Kohlensäure, des verzehrten Sauerstoffes, des Stickstoffüberschusses und der ausgetretenen Wasserdämpfe führen hier zu nur kleinen Erhöhungen der Durchschnittsgrössen. Sie fallen natürlich beträchtlich niedriger, als nach der doppelten Vagustrennung und der Anlegung einer Luftröhrenfistel aus. Man hat:

Versuchsreihe.	Zum Grunde liegenden Beobachtungen.	Zustand des Thieres.	Durchschnittliche auf 1 Kilogr. und 1 Athemzug kommende Menge in Grm.			
			Ausgeschiedene Kohlensäure.	Verzehrter Sauerstoff.	Stickstoffüberschuss.	Entfernte Wasserdämpfe.
Dritte	Nr. 17, 18, 19, 20.	Gesund.	0,000200	0,000203	0,000012	0,000054
	Nr. 21, 22, 23.	Die Recurrentes getrennt.	0,000238	0,000246	0,000033	0,000098
	Nr. 24.	Durchschneidung der Vagi und Luftröhrenfistel.	0,000392	0,000500	0,000102	—

i. Eigenwärme. — Die mittleren Werthe der Eigenwärme des Mastdarmes scheinen ebenfalls etwas tiefer, als in dem gesunden Thiere zu stehen. Wir haben:

Versuchsreihe.	Zum Grunde liegende Beobachtungen.	Zustand.	Mittlere Eigenwärme im Mastdarme in Celsiusgraden.
Dritte	Nr. 17. 18. 19. 20.	Gesund.	39°,0
	Nr. 21. 22. 23.	Beide Recurrentes getrennt.	38°,7
	Nr. 24.	Durchschneidung beider Vagi und Luftröhrenfistel.	38°,2

k. Lungen. — Die lähmende Wirkung, welche die Durchschneidung der unteren Kehlkopfzweige auf die entsprechenden Muskeln des Kehlkopfes (Thyreo-arytaenoidei, Crico-arytaenoidei laterales und postici, Arytaenoidei transversi und obliqui) besitzt, und die Verengerung der Stimmritze wirken auch auf die Lungen nachdrücklich ein. Da das Kaninchen der dritten Versuchsreihe kurz nach der doppelten Vagusdurchschneidung starb und grosse Strecken der Lungen dessenungeachtet braunroth erschienen, so folgt, dass die Lähmung des Kehlhopfes und der dadurch bedingte Eintritt fremder Massen in die Luftröhre und die Bronchien die Beschaffenheit der Lungen merklich geändert hatte. Die Vergleichung mit den Ergebnissen der doppelten Vagustrennung lehrt aber, dass dieser Eingriff noch tiefere Störungen bedingt und sich mithin der Einfluss der anderen in dem Vagusstamme enthaltenen Kehlkopf-, Luftröhren- und Lungenzweige nachdrücklich geltend macht.

§. 9. Das mittlere Thier vor und nach der Nervendurchschneidung.

Wir wollen nur die Gesammtmittel aller wichtigeren Werthe übersichtlich zusammenstellen. Diese Berechnung kann dann lehren, um wie viel sich jeder der uns hier beschäftigenden Factoren in einem idealen mittleren Kaninchen nach einem bestimmten Eingriff, ändert. Die erste der beiden folgenden Tabellen enthält die absoluten Werthe, die zweite dagegen die relativen, wenn man jedesmal die dem gesunden Thiere entsprechende Zahl der Einheit gleichsetzt. Wir haben dann:

		Gesammtmittel:					
		Gesundes Thier. 9 Beobachtungen. № 1. 2. 3. 11. 12. 17. 18. 19. 20.	Nach Anlegung der Halswunde. 2 Beobachtungen. № 4. 5.	Nach der Trennung eines herumschweifenden Nerven. 3 Versuche. № 6. 7. 13.	Nach der Durchschneidung beider unteren Kehlkopfzweige. 3 Beobachtungen. № 21. 22. u. 23.	Nach der Trennung der beiden herumschweifenden Nerven	
						mit Luftröhrenfistel. 1 Beobachtung. № 24.	ohne Luftröhrenfistel. 7 Beobachtungen. № 8. 9. 10. 14. 15. 16. u. 25.
Körpergewicht.		1752,6	1794,9	1676,9	1860,6	1959,1	1473,7
Mittlere Zahl der Athemzüge		86,25	89,75	82,40	79,30	48,75	24,56
Volumen-Verhältniss der ausgehauchten Kohlensäure = 1 zum verzehrten Sauerstoff.		1,24	1,18	1,32	1,45	1,76	1,65
Gewichtsverhältniss beider		0,89	0,88	0,96	1,05	1,27	1,20
Gewichtsverhältniss des verzehrten Sauerstoffes = 1 zum Stickstoffüberschuss nebst Beobachtungsfehlern.		0,053	0,032	0,057	0,136	0,203	0,206
Absolute in Grm. ausgedrückte Menge für 1 Kgr. Körpergewicht und eine Stunde.	Ausgeschiedene Kohlensäure	1,206	1,243	1,252	1,108	1,147	1,002
	Verzehrter Sauerstoff	1,054	1,087	1,185	1,150	1,461	1,182
	Stickstoffüberschuss und Beobachtungsfehler	0,058	0,036	0,097	0,153	0,297	0,226
	Ausgetretene Wasserdämpfe	0,345	1,266	0,741	0,461	—	0,819
Mittlere in Grm. ausgedrückte Menge für 1 Kilogr. Körpergew. u. einem Athemzug.	Ausgeschiedene Kohlensäure	0,000236	0,000224	0,000255	0,000238	0,000392	0,000706
	Aufgenommener Sauerstoff	0,000206	0,000195	0,000243	0,000246	0,000500	0,000832
	Stickstoffüberschuss und Beobachtungsfehler	0,000013	—	0,000020	0,000033	0,000102	0,000158
	Entfernte Wasserdämpfe	0,000071	0,000206	0,000153	0,000098	—	0,000588
Mittlere Eigenwärme in C°.		38°,6	39°,0	38°,0	38°,7	38°,2	36°,2

Es versteht sich von selbst, dass sich die Gesammtmittel für dieses ideale durchschnittliche Kaninchen in manchen Einzelnheiten eigenthümlich gestalten. Man wird aber finden, dass sich auch hier die Hauptsachen so darstellen, wie es in den früheren Paragraphen angegeben worden.

Nimmt man die Werthe des gesunden Thieres als Einheit, so hat man:

		Gesammtmittel der entsprechenden Werthe des gesunden Thieres = 1				
		Nach Anlegung der Halswunde.	Nach der Trennung eines herumschweifenden Nerven.	Nach der Durchschneidung der beiden unteren Kehlkopfnerven.	Nach der Trennung der beiden herumschweifenden Nerven: mit Luftröhrenfistel.	Nach der Trennung der beiden herumschweifenden Nerven: ohne Luftröhrenfistel.
Mittlere Zahl der Athemzüge.		1,04	0,96	0,92	0,57	0,29
Volumenverhältniss der ausgehauchten Kohlensäure = 1 zu dem verzehrten Sauerstoff.		0,95	1,06	1,16	1,42	1,33
Gewichtsverhältniss beider.		0,99	1,08	1,18	1,43	1,35
Gewichtsverhältniss des verzehrten Sauerstoffes = 1 zum Stickstoffübersehuss (und Beobachtungsfehler).		0,60	1,08	2,57	3,83	3,89
Absolute, in Grm. ausgedrückte Menge für 1 Kilogr. Thier u. 1 Stunde.	Ausgeschiedene Kohlensäure.	1,03	1,04	0,92	0,95	0,83
	Verzehrter Sauerstoff.	1,03	1,13	1,09	1,39	1,26
	Stickstoffüberschuss u. Beobachtungsfehler.	0,62	1,67	2,64	5,12	3,93
	Entfernte Wasserdämpfe.	3,67	2,10	1,30	—	2,31
Auf 1 Kilogr. u. 1 Athemzug kommende Menge in Grm.	Ausgehauchte Kohlensäure.	0,95	1,08	1,01	1,66	2,99
	Verzehrter Sauerstoff.	0,94	1,18	1,19	2,46	4,04
	Stickstoffüberschuss u. Beobachtungsfehler.	—	1,62	2,70	7,85	12,16
	Entfernte Wasserdämpfe.	2,90	2,16	1,38	—	8,28
Mittlere Eigenwärme in Co.		1,01	0,98	1,003	0,99	0,94

Unser mittleres Kaninchen würde daher als Abweichungen von dem Normalzustande ergeben:

1. Nach Anlegung der Halswunde. — Zunahme der Durchschnittsgrösse der einer Zeiteinheit entsprechenden Anzahl von Athemzügen um $^1/_{25}$, geringe verhältnissmässige Abnahme des verzehrten Sauerstoffes und stärkere des ausgeschiedenen Stickstoffes, Zunahme der absoluten 1 Kilogr. und 1 Stunde entsprechenden Mengen der ausgeschiedenen Kohlensäure und des verzehrten Sauerstoffes um $^1/_{33}$, $3^1/_2$ Mal so viel entfernte Wasserdämpfe, Abnahme der auf 1 Kilogr. und 1 Athemzug kommenden Kohlensäure um $^1/_{20}$ und des dabei aufgenommenen Sauerstoffes um $^1/_{16}$, Erhöhung der austretenden Wasserdämpfe um beinahe das Dreifache, endlich Wachsthum der mittleren Eigenwärme des Mastdarmes um $^1/_{100}$.

2. Nach der Trennung des Halsstammes eines herumschweifenden Nerven. — Abnahme der Mittelzahl der Athemzüge, um $^1/_{25}$, Vergrösserung der verhältnissmässigen Menge des aufgenommenen Sauerstoffes um $^1/_{14}$, Vermehrung der einer Gewichts- und Zeiteinheit entsprechenden Kohlensäuremenge um $^1/_{25}$, des aufgenommenen Sauerstoffes um $^1/_8$, des ausgeschiedenen Stickstoffes um $^2/_3$, Verdoppelung der entfernten Wasserdämpfe, Vermehrung der auf 1 Kilogr. und 1 Athemzug kommenden Kohlensäuremenge um $^1/_{13}$, des verzehrten Sauerstoffes um $^1/_6$, des ausgehauchten Stickstoffes um $^2/_3$ und Verdoppelung der ausgetretenen Wasserdämpfe.

3. Durchschneidung des unteren Kehlkopfastes des herumschweifenden Nerven auf jeder Seite. — Mittlere Erniedrigung der Zahl der Athemzüge um $^1/_{13}$, Erhöhung der verhältnissmässigen Sauerstoffaufnahme um $^1/_6$, $2^1/_2$fache Stickstoffausscheidung (die Summe der Beobachtungsfehler eingeschlossen), Abnahme der einer Gewichts- und Zeiteinheit entsprechenden Kohlensäuremenge um $^1/_{13}$, Zunahme der absoluten Grösse des verzehrten Sauerstoffes um $^1/_{11}$, $2^1/_2$malige Vergrösserung des hierher gehörenden Werthes des ausgetretenen Stickstoffes, Vermehrung der Wasserdämpfe um $^1/_3$, unbedeutende Veränderung der auf 1 Kilogr. und 1 Athemzug kom-

menden Mengen ausgeschiedener Kohlensäure, Erhöhung des verzehrten Sauerstoffes um $^1/_5$, beinahe 3 Mal so viel ausgeführter Stickstoff, dagegen nur $^2/_5$ Ueberschuss von Wasserdämpfen, die sonst der Mitteleinheit eines Athemzuges entsprechen. Keine merkliche Veränderung des Durschschnittswerthes der Eigenwärme.

4. Trennung beider herumschweifenden Nerven nach Anlegung einer Luftröhrenfistel. — Abnahme der Mittelzahl der Athemzüge um die Hälfte, Wachsthum der verhältnissmässigen Sauerstoffabsorption um $^2/_5$, beinahe 4fache Stickstoffausscheidung (die Beobachtungsfehler eingeschlossen), Abnahme der absoluten einer Gewichts- und Zeiteinheit entsprechenden Kohlensäuremenge um $^1/_{20}$, Zunahme des entsprechenden verzehrten Sauerstoffes um $^2/_5$ und fünffache Vergrösserung der absoluten Masses des ausgehauchten Stickstoffes, Erhöhung der auf 1 Kilogr. und 1 Athemzug kommenden Menge von Kohlensäure um $^2/_3$, des verzehrten Sauerstoffes um mehr als das Doppelte, des ausgeschiedenen Stickstoffes um das 8fache und Abnahme der mittleren Eigenwärme um $^1/_{100}$.

5. Durchschneidung beider Vagusstämme und keine Anlegung einer Luftröhrenfistel. — Verminderung der mittleren Zahl der Athmenzüge um $^7/_{10}$, Zunahme der verhältnissmässigen Sauerstoffabsorption um $^1/_3$, beinahe vierfach so grosse verhältnissmässige Stickstoffausscheidung, Abnahme der einer Gewichts- und Zeiteinheit entsprechenden ausgehauchten Kohlensäuremenge um $^1/_{16}$, Erhöhung des entsprechenden aufgenommenen Sauerstoffes um $^1/_4$, 4 Mal so grosse Stickstoffausscheidung (Beobachtungsfehler eingeschlossen) und mehr als doppelt so viel ausgetretene Wasserdämpfe. Ein Kilogr. Thier und 1 Athemzug führen dann beinahe 3 Mal so viel Kohlensäure aus, nehmen 4 Mal so viel Sauerstoff auf, liefern eine 12fache Stickstoffaushauchung und entfernen $8^1/_3$ Mal so viel Wasserdämpfe. Die mittlere Eigenwärme sinkt im Mastdarme um $^1/_{16}$ bis $^1/_{17}$ des Durchschnittswerthes des gesunden Thieres.

Die bisher betrachteten Nervenverletzungen ändern die Mechanik des Athmens in auffallendstem Maasse. Ihre Einflüsse hängen im Anfange von diesem Momente vorzugsweise ab und machen sich bei den verschiedensten Ernährungszuständen geltend. Will man über die Wirkung der Nahrungs- oder der Genussmittel urtheilen, so muss man nicht, mit der Betrachtung derselben, wie es bis jetzt immer geschehen ist, anfangen, sondern mit der Controle der Athmungsmechanik beginnen und erst dann weitere Schlüsse zu gewinnen suchen. Eine genaue Lösung dieser Aufgabe ist nur dann möglich, wenn es gelingt, alle mechanischen Momente scharf zu verfolgen. Das Problem wird am Menschen leichter als an Thieren gelöst werden.

Die früheren Untersuchungen, die ich über meine Athemluft anstellte, [1]) lehrten, dass ich die mittlere verhältnissmässige Sauerstoffaufnahme, die sonst im Durchschnitt 1,18 Mal so viel als das Volumen der ausgeschiedenen Kohlensäure betrug, bis auf 1,31 erhöhen konnte, wenn ich, wie ich es nannte, drückend athmete. Es ist dieses ein Seitenstück zu der Athmungsweise, welche die Vagustrennung, nur freilich in weit höherem Grade bedingt. Man sieht, dass auf diese Art ähnliche Ursachen ähnliche Erfolge nach sich ziehen.

§. 10. Die Athmungscurven vor und nach der Nervenverletzung.

Ich habe die Darstellung der Athmungscurven erst am Schlusse hinzugefügt, weil sich viele Eigenthümlichkeiten derselben aus den in den früheren Paragraphen erläuterten Thatsachen von selbst erklären. Die ganze Erläuterung hätte viel weitläufiger ohne jene vorangegangenen Mittheilungen ausfallen müssen.

Man wird in den über den Blutlauf und die Athmung handelnden Abschnitten der vierten Auflage meines Grundrisses die

1) Lehrbuch der Physiologie. Zweite Auflage. Bd. I. Braunschweig 1847. S. 579.

Ursachen angegeben finden, weshalb alle mit einem Quecksilbermanometer am Kymographion aufgezeichneten Curven einen nur sehr bedingten Werth besitzen.[2]) Sie können dessenungeachtet Manches bildlich erläutern und bekräftigen, was sich bei der unmittelbaren Beobachtung nicht sogleich hervordrängt, und Anderes, das diese erkennen lässt, näher bestätigen.

Fig. 3.

Das Messingrohr *a b c* Fig. 3, das bei *c* an den übrigen Ansatz geschraubt ist, wird durch einen Schlitz der Luftröhre in diese eingeführt und oben und unten luftdicht eingebunden. *d* und *e* dienen zur Befestigung der freien Theile der Fäden, um jedes Ausgleiten zu vermeiden, eine Vorsicht, die bei den uns hier beschäftigenden Versuchen ziemlich überflüssig ist, hingegen in andern Fällen, besonders wenn Einsatzröhren anderer Art gebraucht werden, gute Dienste leistet. Das Endstück *f g h*, dessen Oeffnung bei *g* liegt, ist in dem Fig. 99 S. 150 des Grundrisses abgebildeten Ansatze eingeschliffen, so dass man den luftdichten Verschluss durch blosses Einschieben herstellt.

Das Thier athmet durch *a b*. Man erhält daher nur den Seitendruck durch den in *c g* befindlichen Nebencanal. Ist *a b* nicht verstopft, so geht die Athmung ungehindert vor sich. Es ereignet sich aber nicht selten, dass der Reiz, den die eingebundene Messingröhre erzeugt, eine reichlichere Absonderung von Schleim bedingt. Dieser verstopft aber mehr oder minder den Durchgang, so dass die Athembewegungen beschwerlicher werden. Es ist mir sogar hierdurch ein Mal ein Kaninchen, dem ich unmittelbar vorher die beiden herumschweifenden Nerven getrennt hatte, des Erstickungstodes gestorben.

Der übrige Apparat war in diesen Versuchen so eingerichtet, wie ich ihn Fig. 99, S. 150 des Grundrisses abgebildet habe. Der schädliche, mit comprimirbarer Luft gefüllte Raum, der sich zwischen *a b* und dem Anfange der Quecksilbersäule in dem aufsteigenden Manometerschenkel befindet, die durch die Trägheit bedingten

2) Siehe auch C. Vierordt: Die Lehre vom Arterienpuls in gesunden und kranken Zuständen. Braunschweig 1855. S. S. 4 ff.

Pendelschwankungen des Quecksilbers und die auf dem Wege zwischen diesem und dem Aufschreibepapier befindlichen Reibungen bilden die Hauptfehlerquellen der Curvendarstellung. Diese Momente können bewirken, dass die Schwankungen zu klein ausfallen und sogar weniger Athemzüge, als wahrhaft vorhanden waren, aufgezeichnet werden, wie dieses auch schon aus der analytischen Gleichung, die Redtenbacher in Vierordt's Pulsschrift [1]) gegeben hat, folgt. Die Stösse, welche die Pendelschwankungen des Quecksilbers erzeugen und die man früher häufig für doppelschlägige Pulsationen, bei den Studien über den Blutdruck gehalten hat, kehren auch in unseren Curven wieder.

Um möglichst genaue Facsimile der Zeichnungen, die ich am Kymographion bekommen habe, geben zu können, wurden die Originale durchgepaust und die Pausen unmittelbar auf die Holzstöcke übertragen. Man hat daher die natürlichen Formen, Grössen und Entfernungen. Für diejenigen, welche Messungen an den hier mitgetheilten Curven anstellen wollen, bemerke ich noch, dass die Länge des einem Umgange entsprechenden Papieres 39 Centimeter betrug. Da der gebrauchte Cylinder einen Halbmesser von 62 Millimeter hatte, so giebt dieses eine Peripherie von 389,5 Millimeter. Die Dauer eines Umganges des Cylinders ist bei der Erläuterung jeder einzelnen Zeichnung angegeben.

Fig. 4, 5 und 6 sind mittelst eines steifen Menschenhaares auf berusstem Papier aufgeschrieben und dann mit weingeisthaltigem Mastixfirniss fixirt worden. Ich bediente mich eines mit Karmintinte getränkten Pinsels und der in Fig. 100 S. 152 der letzten Auflage des Grundrisses abgebildeten Parallelogrammvorrichtung, um die Fig. 7 bis 19 dargestellten Curven zu erhalten. Sie wurden unter diesen Verhältnissen umgekehrt, wie Fig. 4, 5, 6 aufgezeichnet. Ich habe sie jedoch, um Irrthümer zu vermeiden, aufrecht eindrucken lassen. Das Hinabgehen entspricht daher in allen Curven der Abnahme des Druckes während der Ein-, und das Hinaufgehen der Steigung desselben während der Ausathmung. Der Kenner wird

1) Vierordt a. a. O. S. 12 — 14.

übrigens die Wirkungen des steifen Haares in Fig. 4, 5, 6 und die des weicheren Pinsels in Fig. 7 bis 19 leicht wiederfinden.

Die hinzugefügten Pfeile bezeichnen die Richtungen, in denen sich der Cylinder bei dem Aufschreiben drehte. Fig 4 bis 11 beziehen sich auf Kaninchen und Fig. 12 bis 19 auf Katzen. Wo zwei Curven zu einer Figur gehören, ist die untere die unmittelbare Fortsetzung der oberen.

1. Kaninchen.

Fig. 4.

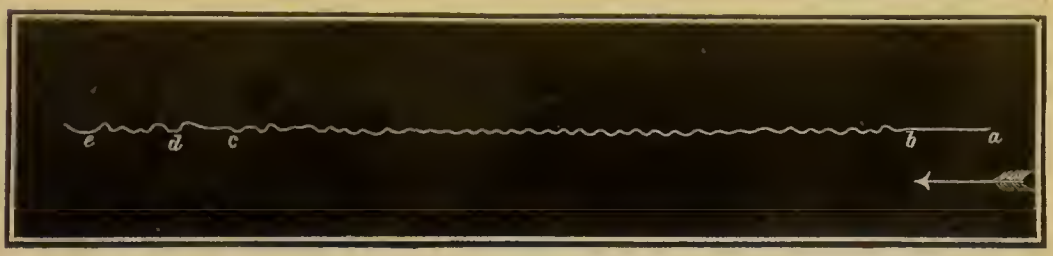


Fig. 4. Braunes, gesundes Kaninchen von 1214 Grm. Körpergewicht. Umgangszeit = 220 Secunden.

a b Abscissenstück. *b c* Gewöhnliches ziemlich ruhiges Athmen. *c d* und *e* Unvollständige Aufschreibung in Folge der durch die Quecksilberschwankungen bedingten Störungen.

Fig. 5.

Fig 5. Dasselbe Kaninchen, nachdem der rechte herumschweifende Nerv unmittelbar vorher getrennt worden. Umgangsdauer, wie zuvor. Es hatte sich eine nicht unbe-

deutende Menge von Schleim in der Einsatzröhre *ab* angehäuft, so dass die Athmung weit beschwerlicher vor sich ging, als dieses sonst nach der einfachen Vagustrennung der Fall ist.

ab Abscissenstück. *bc* Ziemlich richtige Athmungscurve. Der Vergleich mit Fig. 4 lehrt, dass die Ein- und Ausathmungen jetzt beträchtlich tiefer waren und sich oft starke Pausen einschalteten. *cd* Stücke ohne Pausen, in denen aber die nachtheiligen Einwirkungen der Quecksilbersäule deutlich erkannt werden.

Fig. 6.

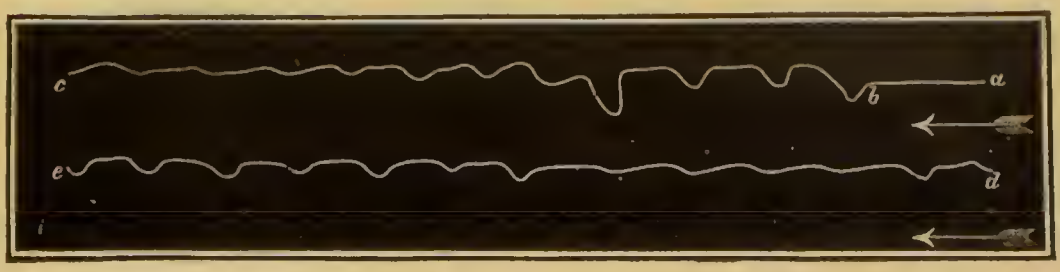


Fig. 6. Albino-Kaninchen von 775 Grm. Körpergewicht unmittelbar nach der Durchschneidung der beiden herumschweifenden Nerven. — Umgangsdauer, wie in den beiden vorangehenden Versuchen.

ab Abscissenstück. Die Curven *bc* und *de* zeigen die meist sehr bedeutenden Pausen, die sich zwischen den verhältnissmässig tiefen Ein- und Ausathmungen einschalteten. Man sieht zugleich, wie die Tiefe der Athembewegungen zu den verschiedenen Zeiten der Athemnoth beträchtlich schwankte und vorzüglich in dem Anfangsstücke von *de* klein ausfiel.

Fig. 7. Erwachsenes gesundes Kaninchen, um die Normalverhältnisse unter verschiedenen Nebenbedingungen darzustellen. Dauer eines Umganges 94 Secunden.

ab Abscissenstück. *bc* Gewöhnliches, etwas verstärktes Athmen. Die Luftröhre von c an oberhalb der Canüle mit der Pincette zusammengepresst, so dass man jetzt nicht bloss den vollen Druck

hat, sondern auch das Thier seine Athemluft aus dem Manometer und dessen Ansatze beziehen muss. *de* Gewöhnliches Athmen. *fg* Etwas verstärktes, aber noch ruhiges Athmen. *gh* Schreien des Thieres, als man die Armnerven mit dem Magnetelektrometer behandelte. Man sieht zunächst den hohen Ausathmungsdruck, der die erste laute und intensive Tonbildung begleitet, als höchste Steigung und bemerkt, wie sehr noch die nachfolgenden Athembewegungen hohe Druckwerthe darbieten. *hi* bildet die Nachwirkung des Schreiens und der Schmerzenerregung und *ik* den Ausdruck des späteren ruhigen Athmens.

Die Ausreissung der Beinerven (N. N. accessorii) beseitigt bekanntlich die Fähigkeit, laute Töne bei der Stimmbildung hervorzubringen. Sie hat dagegen nicht jene tief eingreifende Wirkung auf die Athmungsverhältnisse, welche die Trennung der beiden Halsstämme der herumschweifenden Nerven ausübt. Die Thiere können daher unbestimmte Zeit fortleben. Fig 8 bis 11 werden jene Wirkungsweise graphisch erläutern.

Fig. 8. Dasselbe Kaninchen nach dem Aussreissen des linken Beinerven. — Nur heisere Stimmbildung möglich. Sie ist überdiess merklich schwächer als gewöhnlich. Umgangsdauer 94 Secunden.

ab Ungestörtes Athmen, das, wie man bemerkt, von den Normalverhältnissen nicht merklich abweicht. *bc* Die Luftröhre oberhalb der Canüle zusammengedrückt. *cd* Ruhigere gewöhnliche Athmung.

ef Abscissenstück. *fg* Behandlung mit dem Magnetelektromotor, dessen Elektroden zu beiden Seiten der Luftröhre angesetzt wurden. Gleichzeitiges rauhes und schwaches Schreien. Man erkennt in *hi* eine längere tetanische Pause und später noch mehrere kleinere, *gk* gewöhnliches Athmen.

Fig. 9. Dasselbe Kaninchen nach der Ausreissung des zweiten Beinerven. Vollständige Stimmlosigkeit. — Dauer eines Umganges 94 Secunden.

a b Abscissenstück. *b c* Gewöhnliches Athmen. *c d* Die Luftröhre oberhalb der Canüle zusammengedrückt. *d e* Gewöhnliches Athmen. *e f g h i k* Zweimalige Behandlung der Armnerven mit dem Magnetelektromotor. Das Thier macht mehrfache Versuche zum Schreien, kann aber keinen Stimmton irgend einer Art hervorbringen. Man sieht, dass die Athmungsdrucke ebenso stark und sogar, zum Theil noch stärker als früher ausfallen. *f g h i* ist eine stärkere tetanische Pause, die wahrscheinlich durch Nebenströme bedingt worden.

Fig. 10. Dasselbe Thier eine Zeit lang später. — Umgangsdauer 94 Secunden.

a b Etwas stärkeres, aber sonst gewöhnliches Athmen. *b c* Behandlung der Armnerven mit dem Magnetelektromotor. *c d* Bedeutende Nachwirkung. *e f* Zusammendrückung der Luftröhre oberhalb der Canüle. *f g* Späteres, etwas stärkeres, aber sonst gewöhnliches Athmen.

Fig. 11. Dasselbe Kaninchen während des Verblutungstodes. — Umgangsdauer 94 Secunden.

a b und *b c* Stärkeres Athmen während der Blosslegung der linken Carotis. *c* entspricht dem Augenblicke, in welchem diese Schlagader durchschnitten wurde. *c d* und *e f* Athmen während der ersten Zeiten des Verblutungstodes.

2. Katzen.

Fig. 12. Alte Katze. Regelrechtes Athmen. Dauer eines Umganges 110 Secunden.

a b Abscissenstück. *b c* Ruhige Athmung. *c d* Die Luftröhre oberhalb der Canüle zusammengedrückt. *d e* und *f g* Späteres ruhiges Athmen. *g h* Die Compression der Luftröhre wiederholt. *h i* Späteres ruhiges Athmen.

Die beiden folgenden Curven sollen im Gegensatz zu der eben erläuterten anschaulich machen, wie eine reichlichere Schleimanhäufung in der Luftröhre und die Einwirkung des Magnetelektromotors die Athmungsmechanik wesentlich ändern.

Fig. 13. Andere alte Katze. Es hatte sich eine reichliche Masse von Schleim und etwas Blut in der Luftröhre angesammelt, so dass das Thier sichtlich beschwerlicher athmete. — Dauer eines Umganges 122 Secunden.

a b Abscissenlinie. *b c* Beschwerlicheres durch die Anhäufung von Schleim und Blut bedingtes Athmen. *c d* und *e f* Die Luftröhre oberhalb der Canüle zusammengedrückt. Man hat hier nicht bloss die gewöhnliche Verstärkung der Athembewegungen, sondern auch theilweise Stockungen, wie sie sonst unter der Einwirkung elektrischer Schläge vorkommen. *f g* Nachwirkung der Zusammendrückung der Luftröhre. *g h* Athmung und bleibende Exspirationskrämpfe während der Thätigkeit des Magnetelektromotors, dessen Elektroden zu beiden Seiten der Luftröhre angelegt wurden.

Fig. 14. Dasselbe Thier, nachdem seine Athmung durch fortgesetzte Schleimablagerung in der Luftröhre noch beschwerlicher geworden. Umgangsdauer 122 Secunden.

a b Abscissenstück. *b c* Beschwerliches, durch keinen neuen Versuchseingriff gestörtes Athmen. *c d* Ausathmungstetanus während der Behandlung mit dem Magnetelektromotor, dessen Drähte zu beiden Seiten der Luftröhre angesetzt wurden. *d e* und *f g* Nachwirkung. *g h* Neue Einwirkung des Magnetelektromotors. Man hat hier mehrere kürzer anhaltende tetanische Ausathmungen, die von mehr oder minder tiefen Einathmungen unterbrochen wurden.

Fig. 15. Dasselbe Thier nach der Durchschneidung des unteren Kehlkopfnerven der linken Seite. — Rasselndes Athmen. Dauer eines Umganges 122 Secunden.

a b Abscissenstück. *b c* Beschwerliches aber ungestörtes Athmen unmittelbar nach der Nervendurchschneidung. *c d* bis *e* Zusammendrückung der Luftröhre oberhalb der Canüle. *e f* Nachwirkung. *f g* Ausathmungstetanus, z. B. von Einathmungen und Nachlässen der Druckwirkung unterbrochen während der Thätigkeit des Magnet-

elektromotors, dessen Elektroden wiederum zu den beiden Seiten der Luftröhre angelegt waren.

Fig. 16. Dasselbe Thier nach der Durchschneidung des zweiten unteren Kehlkopfnerven. Stärker rasselndes und beengtes Athmen. Umgangsdauer 122 Secunden.

a b Abscissenstück. *b c* bis *d* Noch beschwerlicheres, aber nicht von aussen gestörtes Athmen. *d e* Ausathmungsstarrkrampf während der Behandlung mit dem Magnetelektromotor, die wie früher stattfand. *e f* Nachwirkung.

Man sieht, dass die Trennung der beiden Recurrentes nicht bloss die Tiefe der Athemzüge beträchtlich verstärkte, sondern auch oft merkliche Pausen zwischen ihnen eingreifen liess.

Fig. 17. Dasselbe Thier dem Tode nahe. Umgangsdauer 122 Secunden.

a b Beschwerliches ungestörtes Athmen. *b c* Einwirkung des Magnetelektromotors, wie früher.

Fig. 18 und 19 werden die unmittelbaren Wirkungen, welche die Trennung eines oder beider herumschweifenden Nerven auf den Athmungsdruck und die Athmungsmechanik der Katzen ausübt, im Allgemeinen versinnlichen.

Fig. 18. Alte Katze, in welcher der Blutdruck in beiden Carotiden vorher geprüft worden. Diese Arterien sind während der uns hier beschäftigenden Versuche unterbunden. Es hat sich schon Schleim und Blut in der Luftröhre angehäuft, so dass das Thier beschwerlich athmet.

a b Beschwerliches, nicht von aussen gestörtes Athmen. In dem *b* entsprechenden Augenblicke wird der eine herumschweifende Nerv und in dem *c* entsprechenden Momente der zweite durchschnitten. *d e* Abscissenstück.

Man kann nicht sagen, dass die Trennung des ersten herumschweifenden Nerven die ohnehin schon beschwerliche Athmungs-

mechanik wesentlich und constant geändert hätte. Man hat aber unmittelbar nach der Durchschneidung des zweiten herumschweifenden Nerven ein Stück *c f*, welches eine Mischung von Ausathmungskrampf und Stillstand anzugeben scheint. Die folgenden Theile der Curve *f d* besitzen längere Pausen als die früheren.

Fig. 19. Dasselbe Thier, nachdem die Luftröhre oberhalb der Canüle zugebunden worden, im Momente der tödtenden Athmungsbeschwerden.

a b Athmungscurve. *b c* Abscissenstück.

Druck von C. W. Leske in Darmstadt.

Durch alle Buchhandlungen kann bezogen werden:

Untersuchungen

zur

Naturlehre der Menschen und der Thiere.

Herausgegeben von **Jac. Moleschott.**

I. Band. Preis: 2 Thlr. 12 Sgr. od. 4 fl. rhn.

Die Zahl der Aerzte, die von der Universität und der Physiologie zugleich Abschied nehmen, mindert sich mit jedem Jahre. Die Zeitschriften, welche physiologische Arbeiten bringen, kommen jedoch, zum Theil wegen den kostspieligen anatomischen Beigaben, verhältnissmässig wenigen Aerzten zur Hand.

Um diesem Uebelstande abzuhelfen und in der Hoffnung eine möglichst grosse Anzahl physiologischer Studien in **Ein Organ** zu vereinigen, hat sich Herr Moleschott in Zürich entschlossen, diese Zeitschrift herauszugeben, welche **ausschliesslich der Physiologie**, d. h. der **Physik und Chemie des Menschen und der Thiere** gewidmet ist. Indem der Herausgeber auf die Unterstützung der forschenden Physiologen hofft, wünscht er ganz besonders dazu beizutragen, dass die Wechselwirkung zwischen den Bestrebungen der Heilkunde und den Forschungen der Naturlehre immer lebendiger werde.

Wir veröffentlichen diese Zeitschrift in **zwanglosen** Heften, jedoch so, dass immer **4 Hefte einen Band von 24 Bogen füllen.** Sollte es daher vorkommen, dass einmal ein Heft schwächer ausfällt, als das andere, so entsteht den Abonnenten dadurch keinerlei Nachtheil, da in einem anderen Hefte das Fehlende nachgeliefert wird. — Die Stärke der Bände bleibt unter allen Umständen 24 Bogen. Jeder Band wird den verehrlichen Abonnenten zu dem Preise von **2** Thlr. **12** Sgr. oder **4** fl. rhein. berechnet. **Einzelne Hefte** können, je nach ihrem Umfang, **nur** zu **erhöhten** Preisen und auf besondere Bestellung bei der betreffenden Buchhandlung geliefert werden.

I. Vergleichende Untersuchungen über die Menge der ausgeschiedenen Kohlensäure und die Lebergrösse bei nahe verwandten Thieren von **Jac. Moleschott** und **Rudolph Schelske.**

II. Ueber den Einfluss des Lichts auf die Reizbarkeit der Nerven von **W. Marmé** und **Jac. Moleschott.**

III. Ueber die Lebensdauer der Blutkörperchen von **Ferd. Marfels** und **Jac. Moleschott.**

IV. Ueber das Verhältniss der farblosen Blutkörperchen zu den farbigen in verschiedenen regelmässigen und unregelmässigen Zuständen des Menschen von **Ferd. Marfels.**

V. Ueber die peristaltische Bewegung quergestreifter Muskeln von **Moritz Schiff** in **Bern.**

VI. Ueber den Einfluss der Blutströmung in den grossen Gefässen des Halses auf die Wärme des Ohres beim Kaninchen und ihr Verhältniss zu den Wärmeveränderungen, welche durch Lähmung und Reizung des Sympathicus bedingt werden, von **A. Kussmaul** und **A. Tenner.**

VII. Ueber den Faserstoff und die Ursache seiner Gerinnung von **Dr. W. Zimmermann** in **Hamm.**

VIII. Zur Lehre vom Raumsinn der Haut, von **Prof. Dr. J. Czermak** in **Gratz.**

IX. Beiträge zur Kenntniss des Winterschlafs der Murmelthiere, von **Prof. G. Valentin** in **Bern.**

X. Ueber die Taenia ex Cysticerco tenuicolli, ihren Finnenzustand und die Wanderung ihrer Brut, von **Dr. Fr. Küchenmeister** in **Zittau.**

(Diese Arbeit wurde im Januar 1856 in Kopenhagen mit doppeltem Preise gekrönt.)

Die Verlagshandlung

Meidinger Sohn & Comp.

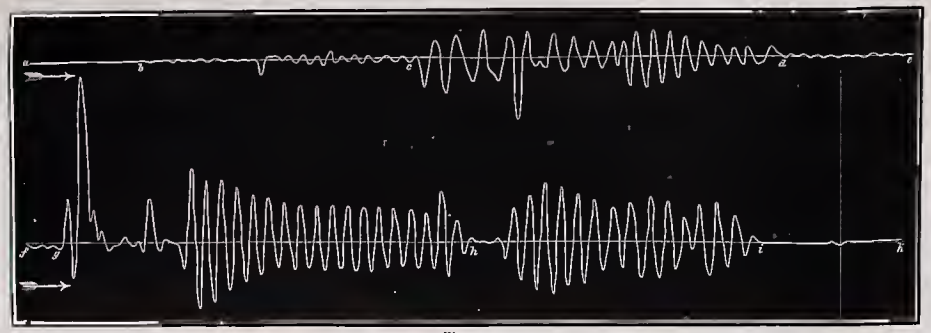


Fig. 7.

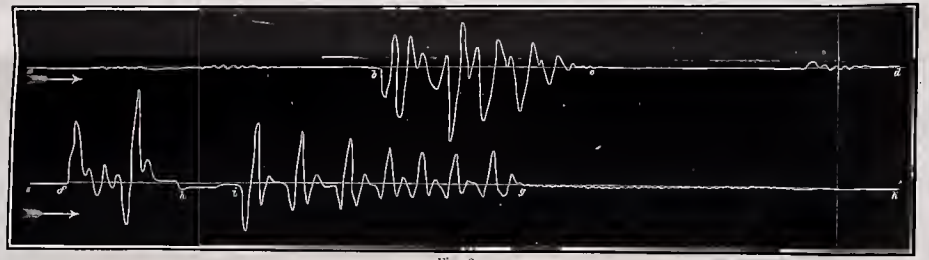


Fig. 8.

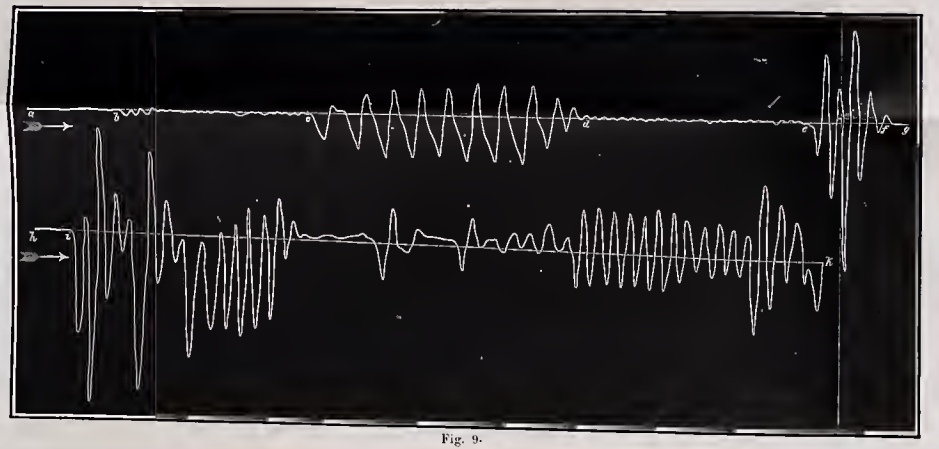


Fig. 9.

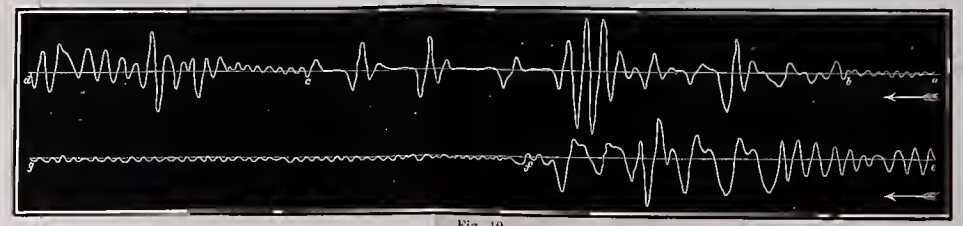


Fig. 10.

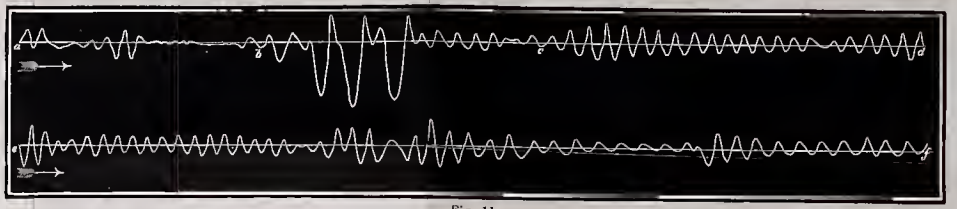


Fig. 11.

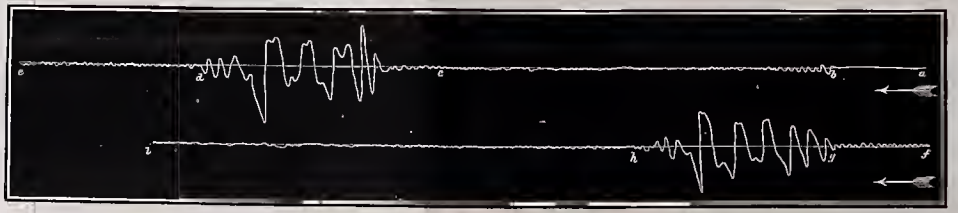


Fig. 12.

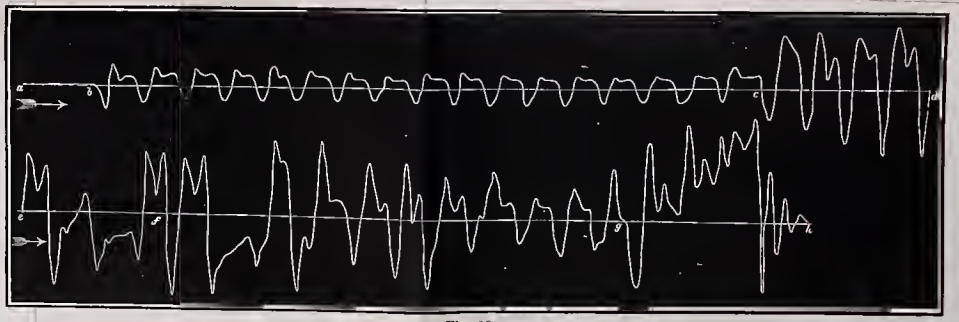


Fig. 13.

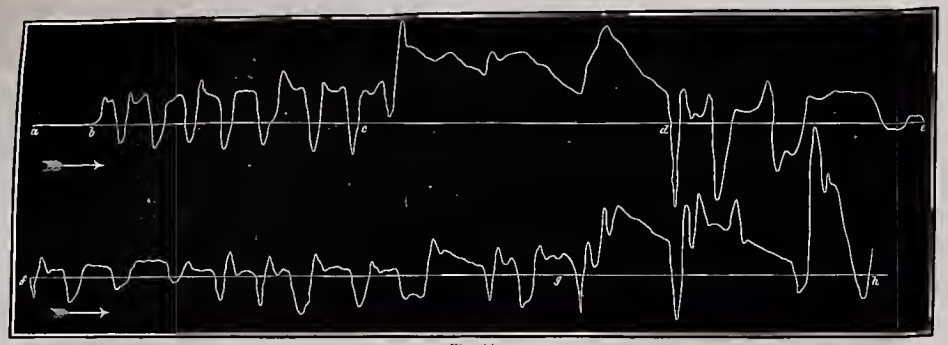


Fig. 14.

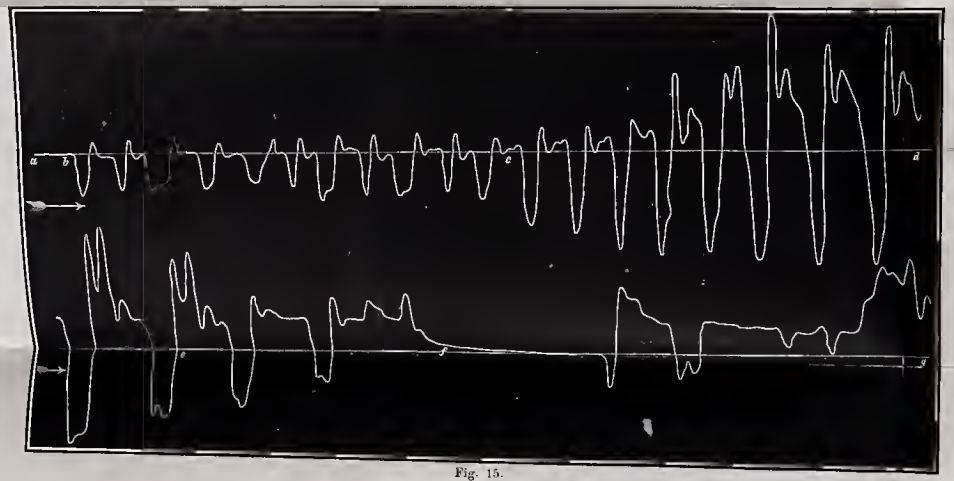


Fig. 15.

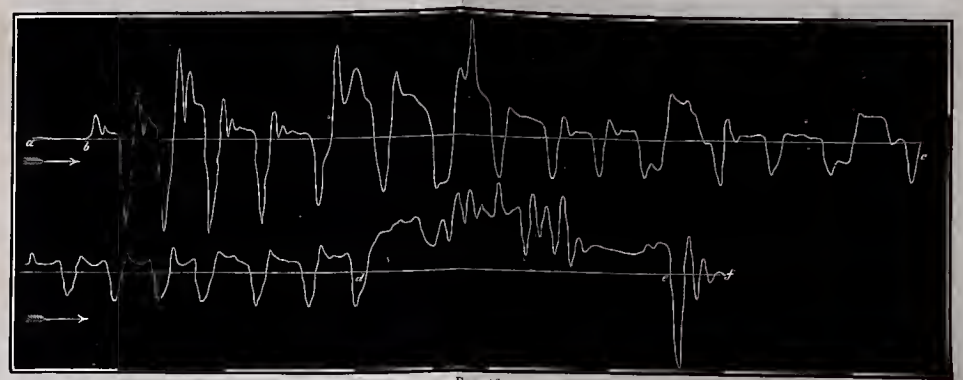


Fig. 16.

Fig. 17.

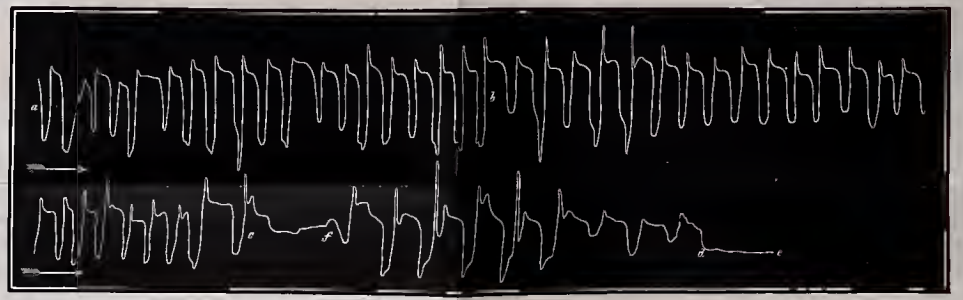


Fig. 18.

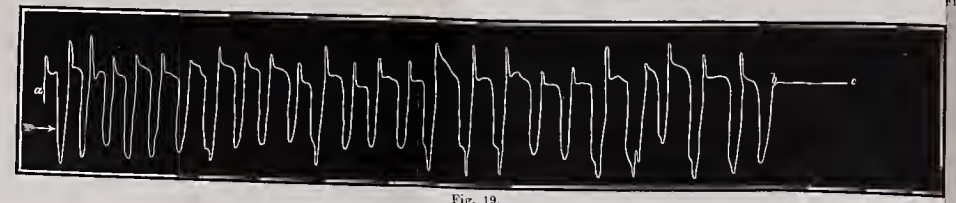


Fig. 19.

Druck von C. W. Leske in Darmstadt.